

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Інститут прикладного системного аналізу
Кафедра математичних методів системного аналізу**

«На правах рукопису»
УДК 519.8

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ Тимошук О.Л.
«__» _____ 20__ р.

Магістерська дисертація

**на здобуття ступеня магістра
зі спеціальності 122 “Комп’ютерні науки”**

**на тему: «Аналіз терористичних загроз на території України з
використанням загальної теорії ризиків»**

Виконала:

студентка II курсу, групи КА-73мп
Мумренко Марія Олександрівна _____

Керівник:

проф. кафедри ММСА, д.т.н., доцент
Зайченко О.Ю. _____

Рецензент:

заст. декана кафедри АЕСІТФ, к.т.н.,
Кондратюк В.А. _____

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Студентка _____

Київ
2018

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інститут прикладного системного аналізу
Кафедра математичних методів системного аналізу

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність (спеціалізація) – Методи штучного інтелекту

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Тимощук О.Л.

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту
Мумренко Марії Олександрівні

1. Тема дисертації «Аналіз терористичних загроз на території України з використанням загальної теорії ризиків», науковий керівник дисертації Зайченко Олена Юріївна, професор, д.т.н., затверджені наказом по університету від «07» листопада 2018 р. №4121-с
2. Термін подання студентом дисертації 26.11.2018
3. Об'єкт дослідження: терористичні акції на території України
4. Предмет дослідження: аналіз та оцінка загроз проведення терористичного акту на території України
5. Перелік завдань, які потрібно розробити: (1) Визначити критерії оцінки терористичної загрози (2) Побудувати математичну модель (3) Розробити програмний продукт
6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: 20 рис., 45 табл.
7. Дата видачі завдання 12.03.2018

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Аналіз існуючих методів визначення терористичної загрози.	07.09.2018 - 14.09.2018	
2	Вибір та обґрунтування обраного методу.	14.09.2018 - 19.09.2018	
3	Вибір критеріїв оцінки	19.09.2018 – 25.09.2018	
4	Застосування критеріїв до проаналізованих та скомбінованих даних	25.09.2018 – 15.10.2018	
5	Написання програмного продукту та його застосування на вхідних даних, аналіз отриманих результатів.	15.10.2018 – 01.11.2018	
6	Аналіз отриманих результатів, введення додаткової модифікації моделі	01.11.2018 – 13.11.2018	
7	Написання плану реалізації стартап-проекту програмного продукту та загальних висновків до роботи.	13.11.2018 - 20.11.2018	
8	Написання пояснювальної записки.	20.10.2018 - 27.10.2018	
9	Створення слайдів для доповіді та написання доповіді.	27.10.2018 – 29.10.2018	
10	Аналіз отриманих результатів з керівником, написання доповіді та попередній захист дипломної роботи.	29.10.2018 – 08.11.2018	
11	Корегування роботи за результатами попереднього захисту.	08.11.2018 - 11.11.2018	
12	Остаточне оформлення пояснювальної записки та слайдів	11.11.2018 – 26.11.2018	

Студентка

М.О. Мумренко

Науковий керівник дисертації

О.Ю. Зайченко

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація: 129 с., 20 рис., 45 табл., 2 додатки, 32 джерел.

Об'єкт дослідження – терористичні акції на території України.

Мета роботи – проаналізувати процеси пов'язані з тероризмом в Україні та визначити рівень загрози проведення терористичного акту, з'ясувавши основні залежності.

Метод досліджень – нечітке математичне програмування на основі статистичного аналізу.

В роботі досліджується проблема оцінки рівня терористичної загрози на території України та методологія визначення стратегій захисту об'єктів від терористичного нападу, а також програмні засоби для реалізації обраних методів.

Виконано аналіз методів оцінки ризику тероризму та самих терористичних процесів на території України, визначено їх особливості. Розроблено математичну модель для оцінки загрози для об'єктів усіх визначених категорій, які покривають усі можливі цілі, а також модель для визначення оптимального набору стратегій по захисту об'єкта від терористичного нападу. За допомогою моделі було отримано результати про рівень загрози для об'єктів нападу на території України.

Програмний продукт реалізовано з використанням мови програмування C#, який дозволяє завантажити дані та вибрати категорію об'єкта, для якого користувач хоче з'ясувати рівень терористичної загрози. Наведено приклади застосування програми для оцінки загрози для конкретних об'єктів та для визначення стратегій захисту.

ЗАГРОЗА, РИЗИК, ТЕРОРИЗМ, НЕЧІТКЕ МАТЕМАТИЧНЕ ПРОГРАМУВАННЯ, НЕЧІТКІ МНОЖИНИ, ФУНКЦІЯ ПРИНАЛЕЖНОСТІ, ГРА ДВОХ ГРАВЦІВ З НУЛЬОВОЮ СУМОЮ, СИМПЛЕКС-МЕТОД.

ABSTRACT

MASTER'S THESIS

Thesis: 129 pp., 20 fig., 45 tab., 2 applications, 32 sources.

In this work the problem of assessing the level of terrorist threat in Ukraine and methodology to define strategies for protection from terrorist attack are investigated. Also there is investigated the software for implementation the chosen methods.

Methods for assessing the risk of terrorism and terrorist statistic in Ukraine were analyzed and its features were defined. Based on this there was chosen the method to assess the level of threat for object and object categories in which the set of goals was separated. Also there was determined the criteria for choosing targets and estimated threat of terrorist attack.

The mathematical model for assessing threats of all objects from the categories, that cover all possible goals, and model for determining the optimal set of approaches to protect the object from a terrorist attack was elaborated.

The software is implemented using the C # programming language and allows you to load data and choose the category of object for which the user wants to find out the level of terrorist threat. Examples of application programs for assessing threats to specific sites and to determine strategies for protection were included.

Developed software was value-engineered and further directions of the research were set.

THREAT, RISK, TERRORISM, FUZZY MATHEMATICAL
PROGRAMMING, FUZZY SETS, MEMBERSHIP FUNCTION, TWO-PERSON
ZERO-SUM GAME, SIMPLEX ALGORITHM.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	8
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1 МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ РИЗИКУ ТЕРАКТУ	11
1.1 Опис предметної області	11
1.1.1 Математичні методи загальної теорії ризику	13
1.1.2 Математичне формулювання ризику терористичного акту	15
1.1.3 Нечіткість при математичному формулюванні ризику	18
1.2 Загальна характеристика терористичних процесів у світі	19
1.3 Визначення особливостей терористичних процесів в Україні.....	21
1.4 Проблематика існуючих підходів.....	24
Висновки до розділу 1	26
РОЗДІЛ 2 ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЗАДАЧІ.....	27
2.1 Визначення критеріїв.....	27
2.1.1 Визначення ймовірності наявності загрози з врахуванням використовуваної зброї.....	27
2.1.2 Аналіз ймовірності використання CBRN-зброї.....	30
2.2 Опис критеріїв як складових моделі.....	30
2.3 Математична модель задачі	33
2.3.1 Введення підсилюючого коефіцієнту, як модифікатора моделі.....	36
2.4 Визначення загрози терористичного акту	37

Висновки до розділу 2.....	63
РОЗДІЛ 3 ОПИС ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ	64
3.1 Структура, вигляд та функції програмного продукту.....	64
Висновки до розділу 3	69
РОЗДІЛ 4 РЕАЛІЗАЦІЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ	70
4.1 Опис ідеї та технологічний аудит стартап-проекту.....	70
4.2 Обґрунтування функцій програмного продукту.....	73
4.3 Розробка ринкової стратегії продукту	80
4.4 Розробка маркетингової програми.....	84
4.5 Елементи фінансової підтримки стартапу та аналіз ринків.....	88
Висновки до розділу 4	90
ВИСНОВКИ.....	91
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	92
ДОДАТОК А ЛІСТИНГ ПРОГРАМИ	96

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

RAND – **r**esearch **a**nd **d**evelopment

CBRN – chemical, biological, radiation, nuclear

GTD – global terrorism database

START – study of terrorism and responses to terrorism

ПНО – потенційно небезпечний об'єкт

Урбаністичний тероризм

ВСТУП

На даний момент у світі гостро стоїть проблема тероризму та способів боротьби з ним, у тому числі і оцінки ризику того, що напад станеться. Процес визначення ризику терористичної атаки дуже важкий у реалізації і сильно варіюється в залежності від конкретної цілі, терориста чи терористичної групи, адже найбільшу роль у терористичному акті грає людський фактор, який важко прорахувати та проаналізувати. Тим не менш дана проблема потребує розв'язання, якою на даний момент займаються дослідницькі групи та великі страхові компанії США, які розробили методи оцінки ризику терористичної атаки на об'єкт страхування. Основним у підході до оцінки терористичного ризику є визначення поняття ризику, його складових та одиниць виміру даного ризику.

Таким чином аналіз даної проблеми для України є актуальною та важливою, і може допомогти вітчизняним спеціалістам у формуванні власного підходу та розвинення програми по визначенню терористичного ризику, використовуючи конкретні експериментальні дані та прив'язуючи дані до певних об'єктів, що мають найвищий пріоритет для охорони. Даний підход може використовуватися не тільки для загального аналізу, але й у конкретних випадках, коли треба чітко розподілити сили для захисту об'єктів.

Аналіз проводиться на основі статистичних даних, що були отримані з глобальної бази даних по тероризму. На основі цих даних було визначено основні тенденції тероризму у світі та характерні для України, визначено критерії, які безпосередньо впливають на оцінку ризику. Для опрацювання даних, потрібних для аналізу використовувалися такі продукти:

- а) Microsoft Office Excel;
- б) EViews;
- в) MySQL 5.7 Server.

Після аналізу даних вони використовуються у власному створеному програмному продукту, який задовільняє умовам:

- а) можливість визначення параметрів цікавлячих об'єктів;
- б) визначення вагових коефіцієнтів критеріїв;
- в) можливість підгрузки даних з MySQL Server;
- г) визначення значення загрози нападу для урбаністичних зон та областей, категорій об'єктів;

Метою роботи є аналіз тероризму на території України, визначення критеріїв для оцінки ризику терористичного акту, оцінка ризику терористичного акту, розробка допоміжного програмного забезпечення для визначення ризиків в залежності від параметрів об'єкта.

Задачі роботи:

- а) проаналізувати статистичні дані по терористичним актам в Україні та обрати підходящий метод для оцінки рівня загрози;
- б) визначити критерії вибору цілі нападу терористом;
- в) обрати категорії об'єктів, відносно яких розраховується ймовірність терористичної загрози;
- г) створити математичну модель та розрахувати відповідно до критеріїв ймовірність терористичної загрози для категорій;
- д) створити програмний продукт для розрахунку рівня загрози.

РОЗДІЛ 1 МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ РИЗИКУ ТЕРАКТУ

1.1 Опис предметної області

Згідно Закону України: «тероризм - суспільно небезпечна діяльність, яка полягає у свідомому, цілеспрямованому застосуванні насильства шляхом захоплення заручників, підпалів, убивств, тортур, залякування населення та органів влади або вчинення інших посягань на життя чи здоров'я ні в чому не винних людей або погрози вчинення злочинних дій з метою досягнення злочинних цілей», «терористичний акт - злочинне діяння у формі застосування зброї, вчинення вибуху, підпалу чи інших дій, відповідальність за які передбачена статтею 258 Кримінального кодексу України» [1].

Так як у даній роботі використовуються дані по терористичним актам з GTD, треба привести визначення експертів, що відповідальні за дану базу.

У GTD терористичний акт визначається як загроза чи фактичне використання незаконної сили та насилля зі сторони недержавного суб'єкту для досягнення політичної, економічної, релігійної чи соціальної мети за допомогою страху, примусу чи залякування. Таким чином для занесення інциденту у GTD мають бути обов'язково присутні наступні атрибути:

- Інцидент має бути цілеспрямованим – результатом свідомого розрахунку зі сторони винного;
- Інцидент має повлести за собою певний рівень насилля чи безпосередню загрозу насилля, у тому числі майнового насилля, а також насилля, спрямоване на людей;
- Інцидент не є результатом державного тероризму.

Крім того, мають бути задоволені два із трьох наступних критеріїв:

- Діяння має бути направлене на досягнення політичної, економічної, релігійної або соціальної цілі. З точки зору економіки виключне

прагнення отримання прибутку не підпадає під дане визначення, адже мається на увазі прагнення до більш глибоких системних економічних змін.

- Мають бути свідки/докази про намір примусу, залякування чи передачі якогось іншого повідомлення до більш широкого загалу, ніж безпосередні жертви.
- Діяння має бути поза контекстом законних бойових дій, тобто акт має не підпадати під норми, визначені міжнародним гуманітарним правом.

Таким чином визначення терористичної діяльності експертами GTD підпадає під те, що зазначено у Законі України, отже у подальшому під терористичним актом мається на увазі діяння, визначене експертами GTD як терористичний акт [2].

Виділяють такі категорії тероризму описані у [3]:

- а) за джерелом: міжнародний та внутрішній;
- б) за метою: політичний, економічний і релігійний тероризм;
- в) за методами: фізичний(протиправне посягання на життя і здоров'я людей, позбавлення або обмеження їх свободи і т.д.) і психологічний тероризм(залякування посадових осіб, громадських діячів, погрози);
- г) за суб'єктами: поодинокі терористи, терористичні організації;
- д) за цілями: індивідуальний терор (проти громадян, посадових осіб, відомих діячів в різних сферах діяльності), технологічний тероризм (інфраструктура).

У даній роботі категорії тероризму, що розглядатимуться окремо, це внутрішній та міжнародний тероризм. Що стосується решти категорій, то вони не розглядаються як окремі, крім того досліджуються тільки ті інциденти, що були здійснені тільки фізичними методами та відносяться до технологічного терору.

1.1.1 Математичні методи загальної теорії ризику

Аналіз ризику проводять за допомогою різних методів, які в загальному випадку поділяють на феноменологічні, детерміністичні, імовірнісні і експертні.

Феноменологічний метод базується на визначенні можливості протікання негативних процесів виходячи з результатів аналізу необхідних і достатніх умов, пов'язаних з реалізацією тих чи інших законів природи. Феноменологічний метод переважно використовується для порівняння запасів безпеки різних типів потенційно небезпечних об'єктів, але малоприматний для аналізу розгалужених аварійних процесів, розвиток яких залежить від надійності тих чи інших частин об'єкта або (і) його засобів захисту. Феноменологічний метод реалізується на базі фундаментальних закономірностей, які в останні роки об'єднують в рамках нової наукової дисципліни - фізики, хімії і механіки катастроф [3]. Так як для визначення ризику терористичної атаки важливим є вразливість системи, що визначається засобами захисту, то даний метод не підходить для визначення терористичного ризику.

Детерміністський метод передбачає аналіз послідовності етапів розвитку аварій, починаючи від вихідної події через послідовність передбачуваних стадій відмов, деформацій і руйнування компонентів до усталеного кінцевого стану системи. Хід аварійного процесу вивчають і прогнозують за допомогою математичного моделювання, побудови імітаційних моделей і проведення складних розрахунків. Детерміністський підхід забезпечує наочність і психологічну прийнятність, так як дозволяє виявити основні фактори, що визначають хід процесу. В ядерній енергетиці цей підхід довгий час був основним при визначенні ступеня безпеки реакторів. Недоліки методу: існує потенційна можливість випустити з виду будь-які рідко реалізуються, але важливі послідовності подій при розвитку аварії; побудова достатньо адекватних математичних моделей є важким завданням і вимагає великої кількості вихідних

даних; для тестування розрахункових програм необхідно проводити складні і дорогі експериментальні дослідження [3]. Даний метод можливо використовувати у даній роботі, але так як фази процесу терористичного акту важко визначити, так як інформація зазвичай є тільки про початковий(до нападу) та кінцевий(після нападу) стан системи та послідовність подій є дуже розгалуженою і кожна гілка буде залежити від багатьох конкретних факторів, імітаційну модель дуже складно побудувати та опрацювати.

Імовірнісний метод аналізу ризику передбачає як оцінку ймовірності виникнення негативних подій, так і розрахунок відносних ймовірностей того чи іншого каналу розвитку процесів. При цьому аналізують розгалужені ланцюги подій і відмов обладнання, вибирають відповідний математичний апарат і оцінює повну ймовірність негативних подій. Розрахункові математичні моделі в цьому підході, як правило, можна значно спростити у порівнянні з детерміністичними схемами розрахунку. Але застосування спрощених розрахункових схем знижує достовірність отриманих оцінок ризику для важких аварій. Проте імовірнісний метод в даний час вважається одним з найбільш перспективних. Імовірнісний метод оцінки ризику забезпечує прийнятну достовірність результатів аналізу за умови збереження в перспективі тенденцій розвитку досліджуваної системи і її зовнішньої середовища. На практиці для оцінки тенденцій розвитку широко використовують методи експертних оцінок. Тому найбільш прийнятним варіантом в практичній діяльності є комбінація імовірнісного і експертного методів [3].

Експертний метод заснований на отриманні кількісних оцінок ризику шляхом обробки думок експертів (висококваліфікованих фахівців в досліджуваній області) [3].

В подальшому будемо розглядати імовірнісний та експертний методи як можливі для застосування для аналізу тероризму на території України.

1.1.2 Математичне формулювання ризику терористичного акту

Для визначення ризику проведення терористичного акту треба визначити суть данного поняття. Найпоширеніші варіанти значення данного терміну є :

1. Ризик – це ймовірність виникнення збитків, втрат [4].
2. Ризик – це потенційна, чисельно вимірна можливість понесення втрат при виконанні певної умови [5].

У даній роботі для визначення ризику терористичного нападу використаємо друге визначення, а саме ризик терористичного акту – очікувані наслідки існуючої загрози по відношенню до цілі з урахуванням виду атаки та пошкодження.

Тобто у такому разі ризик має три складові, а саме загрозу скоєння терористичного акту стосовно цілі, вразливість цілі до терористичного акту та наслідки для цілі у разі вдалого акту тероризму.

Поодинокі терористи та організації представляють загрозу для цілі, коли вони мають, як намір, так і можливість до атаки, тобто для нанесення збитків для цілі. Таким чином загрозу можна представити, як ймовірність того, що певна ціль буде атакована у конкретний період часу за допомогою певних засобів. Тобто для визначення цієї ймовірності мають бути враховані місце проведення терористичного акту, тобто місце знаходження цілі, вид зброї, що буде використана у нападі та ймовірність того, що даний терорист чи терористична організація на даній території знаходиться (у разі внутрішнього тероризму) і вона йому буде цікава (у разі міжнародного тероризму). Тоді загроза визначається за формулою (1.1):

$$\text{Загроза} = P(\text{напад здійснено}) \quad (1.1)$$

Тим не менш, однакова загроза має різну вагу відповідно до виду об'єкта, що може бути атаковано. Так, і державна установа, і автобусна зупинка можуть мати загрозу бути атакованими за допомогою бомби, але для менш захищеної автобусної зупинки дана загроза буде більш значимою і матиме більше шансів на «успіх». Таким чином вразливість може бути визначена, як ймовірність того, що ціль буде ушкоджено у разі наявності загрози. До пошкодження відносяться смерті, травми, пошкодження майна та інші наслідки терористичного акту. Вразливість визначено у формулі (1.2):

$$\text{Вразливість} = P(\text{напад причинив пошкодження} | \text{напад відбувся}) \quad (1.2)$$

Фактично для вразливості лише важлив факт, чи здійснений напад був «успішний» і приніс шкоду чи не був і не завдав збитків, кількісна ж оцінка самого збитку, принесеного нападом, не входить до визначення вразливості.

Але ця величина входить до останньої складової – наслідків. Наслідки – це кількісна величина пошкодження цілі у разі успішного терористичного акту. Складності відносно наслідків виникають у тому, яким чином їх вимірювати, адже туди відносять різні типи збитків, так і нечіткість, адже наслідки сильно прив'язані до характеристик конкретної цілі. Більш того, наслідки можуть бути не тільки стосовно самого об'єкта, але й впливати на інші об'єкти. Наприклад, якщо успішний акт був скоєний у головному банку або у парламенті, то наслідки будуть у масштабах країни. Але у даній роботі при підрахунку наслідків будуть враховуватися тільки безпосередні збитки, нанесені цілі. Отже, наслідки визначаються як:

$$\text{Наслідки} = E(\text{збитки} | \text{напад відбувся і наніс збитки}) \quad (1.3)$$

Таким чином ризик можна розглядати, як функцію усіх трьох компонент за формулою:

$$\begin{aligned} \text{Ризик} = & P(\text{напад здійснено}) * \\ & * P(\text{напад причинив пошкодження} | \text{напад відбувся}) * \\ & * E(\text{збитки} | \text{напад відбувся і наніс збитки}) \end{aligned} \quad (1.4)$$

Дана формула має переваги в тому, що вона дає можливість для порівняння та агрегації ризику терористичного нападу по відношенню до різних цілей та порівнювати ризик у межах однієї групи цілей.

1.1.3 Нечіткість при математичному формулюванні ризику

Всі приведені складові ризику не можуть бути напряму отримані зі спостережень, тому мають бути оцінені. Оцінки звичайно мають нечіткості та похибки. Найбільшу нечіткість являє собою оцінка загрози, адже вона включає в себе цілі та можливості терористів, які не можуть бути чітко визначення ні за допомогою експертів, ні за допомогою історичного аналізу, ні за допомогою ймовірнісних методів [6].

Вразливість несе менше нечіткості, адже на неї впливають тільки параметри цілі, які можуть бути дослідженні та оцінені досить точно. Наслідки теж несуть неточності, але так як вплив різних видів зброї на об'єкти було досить добре вивчено, їх оцінка менш проблематична ніж загрози.

1.2 Загальна характеристика терористичних процесів у світі

Для аналізу статистичних даних стосовно терористичних атак було використано базу даних GTB (global terrorism database) надану National Consortium for the Study of Terrorism and Responses to Terrorism (START). Використовуючи її, було проаналізовано загальні тенденції тероризму.

Як показує статистика, найбільша кількість терактів відбувається як правило у країнах, де тривають або яка бере участь у військових операціях або високий процент мусульманського населення, що показано на рисунку 1.1.

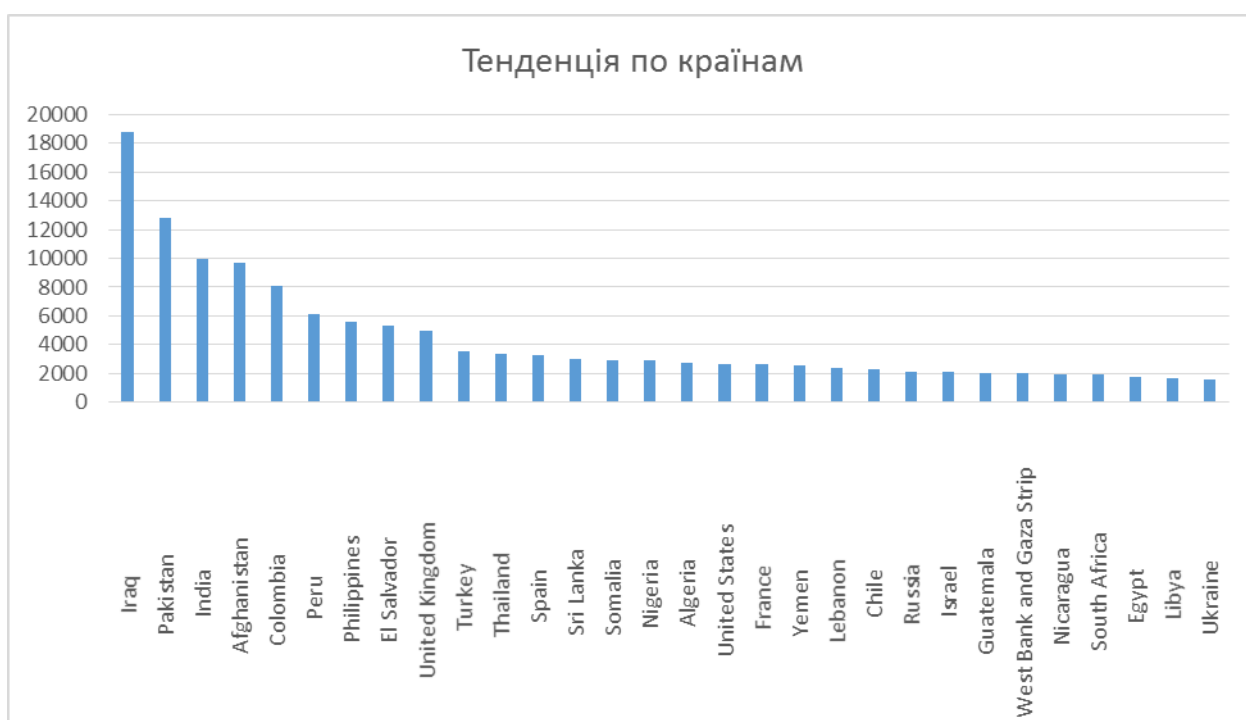


Рисунок 1.1 – Залежність кількості терористичних атак від країни

Так для ілюстрації впливу воєнних дій на статистику, треба зазначити, що Україна до 2014 році перебувала на 101 місці за кількістю терактів, піднявшись за 2 наступних роки на 30 місце. Таким чином можна стверджувати, що початок воєнних дій фактично розпочинає новий процес стосовно терористичних актів.

Стосовно впливу кількості мусульманського населення на тероризм достатньо буде навести діаграму кількості терористичних актів по регіонах на рисунку 1.2, де помітно, що найбільшу кількість терористичних атак мають регіони, де відсоток мусульманського населення найбільший.



Рисунок 1.2 – Кількість атак в залежності від регіону

З роками кількість терористичних нападів збільшилася. Дана статистика відображена у часовому ряді побудованого за допомогою EViews на рисунку 1.3.

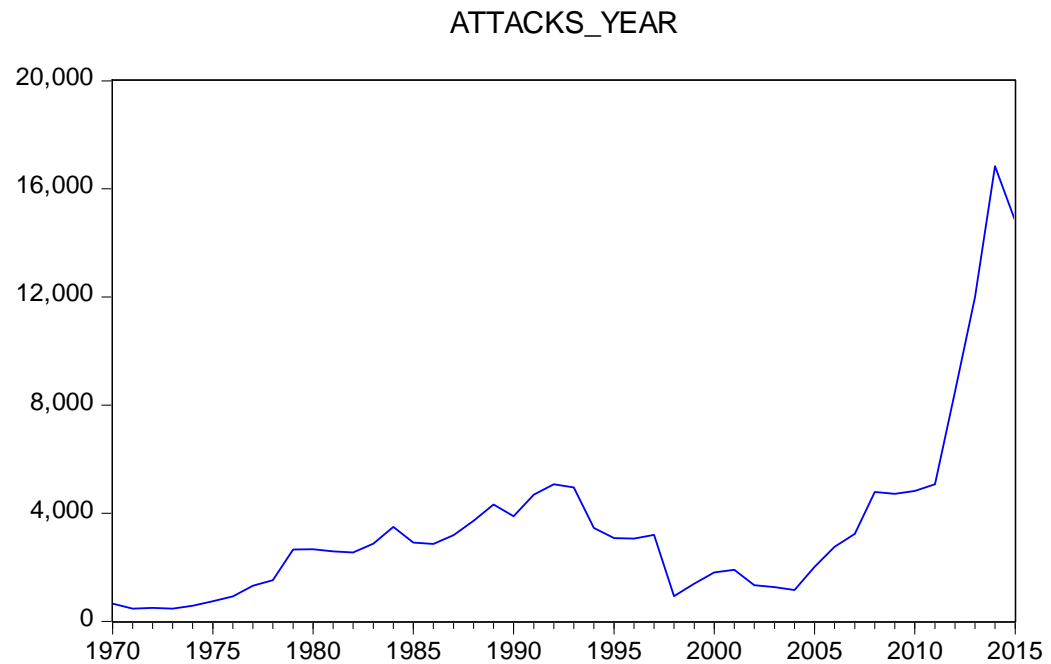


Рисунок 1.3 – Часовий ряд кількості атак з інтервалом в один рік

Найбільшу кількість терористичних актів було здійснено, як свідчить статистика, з метою усіх трьох категорій, які виділяють START, а саме за економічною, політичною, соціальною, релігійною метою, з метою приваги загальності та задля порушення міжнародних норм. Така нечіткість даних пояснюється нечіткістю оцінки загрози, куди входять наміри терориста/терористичної організації як один із факторів.

Що стосується зброї, то більшість атак було проведено за допомогою вибухових речовин/динаміту/бомб та вогнестрільної зброї, що пояснюється її відносною доступністю та відсутністю потреби додаткового обладнання, як наприклад для CBRN (chemical/biological/radioactive/nuclear – хімічної/біологічної/радіоактивної/атомної) зброї.

1.3 Визначення особливостей терористичних процесів в Україні

Тенденції в Україні відповідають світовим та всі характеристики тероризму підлягають загальній парадигмі. Так розглянемо часовий ряд терористичних актів за роки спостережень.

Аналогічно світовій тенденції кількість терористичних актів в Україні, починаючи з 2014 року, збільшилася, причому не тільки для тих областей, де безпосередньо проводиться АТО, але й по всій країні. Так, часовий ряд з щомісячним інтервалом для України впродовж усіх років спостереження, тобто з 1991 по 2015 рік, приведено на рисунку 1.4.

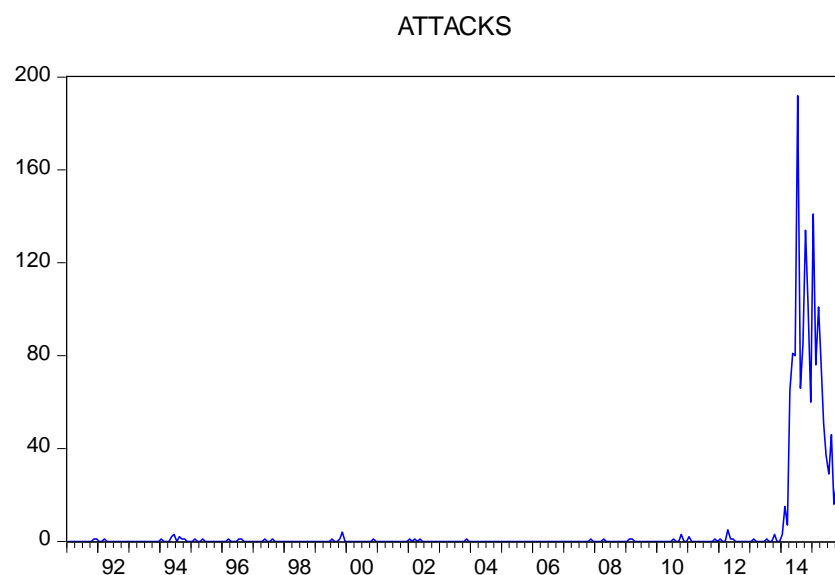


Рисунок 1.4 – Кількість атак в Україні за період спостережень

Якщо без врахування східних областей, то отримуємо такий часовий ряд з щорічним інтервалом, який зображено на рисунку 1.5.

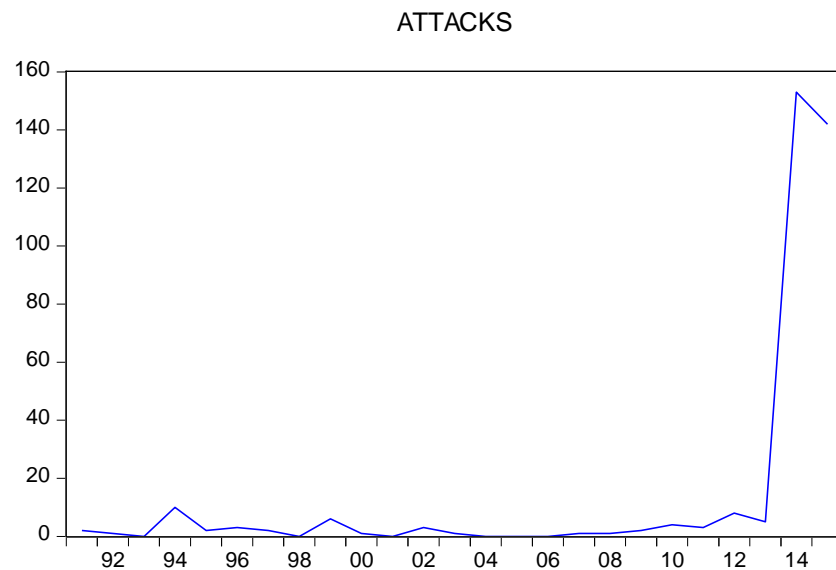


Рисунок 1.5 – Кількість атак в Україні без урахування східних областей

Для порівняння часовий ряд терористичних атак з річним інтервалом до 2014 року зображено на рисунку 1.6.

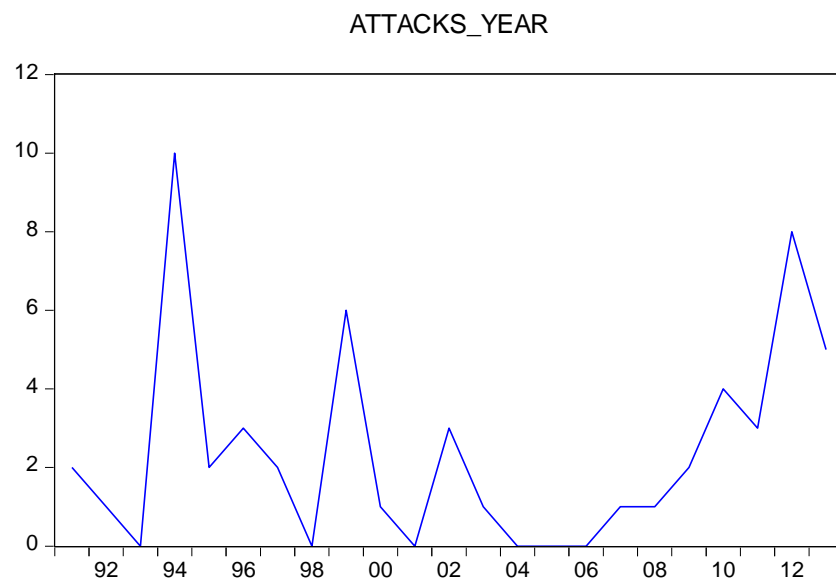


Рисунок 1.6 – Часовий ряд терористичних атак в Україні до 2014 року

Таким чином, за останні два роки динаміка процесу повністю змінилася і математичне сподівання ряду з рисунку 1.6 і значення $E_{\xi}=2,39$ змінилося на значення $E_{\xi}=14$ для ряду з рисунку 1.5.

У випадку, якби ряд був стаціонарним можна було б стверджувати, що кількість проявів на кожний наступний період мала б вигляд:

$$\Lambda = \bar{\Lambda} + \varepsilon \quad (1.5)$$

де $\bar{\Lambda}$ – середня частота терористичних актів.

Та на даний момент, таке твердження не є вірним. Крім того для даного ряду, враховуючи малий період спостережень, важко знайти підходящий тренд, який тим паче має стохастичний характер. Тоді скористуємося тим, що даний випадковий процес є процесом з незалежними значеннями, адже усі випадки мають поодинокий характер та не були спричинені зв'язаними між собою терористичними групами, а отже зрізи даного ряду у довільні моменти часу є незалежними в сукупності. Таким чином, враховуючи, що статистика за роки спостережень не дає достатню кількість даних для визначення закономірної поведінки, пропонується використати факт про незалежність подій і розглядати ту частину процесу, що бере початок у 2014 році і аналізувати статистику останніх двох років, як ту, що має більшу значущість.

1.4 Проблематика існуючих підходів

Стосовно підходів загальної теорії ризиків, то вони є досить добре обгрунтованими, але враховуючи, що вони базуються на тому, що намагаються визначити певну закономірність, тобто ймовірнісний розподіл для таких відносно рідких подій, як терористичний акт, є не сильно ефективними і при цьому ресурсовитрасним.

Окрім методів теорії ризиків для аналізу терористичних процесів в останні роки почали використовувати підходи машинного навчання. Вони не мають тих недоліків, що методи загальної теорії ризиків, адже їм не важливо загальне представлення розподілу, а лише те, щоб похибка спрогнозованих результатів за підбіраною моделлю на навчальній вибірці зі статистики була найменшою. Дані методи досить успішно використовуються для виявлення терористів або для класифікації даних по атакам, що вже відбулися, а також для кластеризації даних, тобто визначення світових регіонів, де ймовірність того, що відбудеться терористичний акт є високою. Але їх головний недолік є те, що враховуються лише статистичні дані, які не містять нову інформацію про зміну значень критеріїв, що впливають на скоєння того чи іншого терористичного акту, адже у терористів не має однієї лінії поведінки і терористичні акти самі по собі сильно варіюються один від одного.

Крім того для поставленої проблеми вони є не можуть бути застосовані, адже статистика за окремим об'єктом є досить малою або й взагалі відсутньою, що навіть неможливо зкомпонувати навчальну вибірку. Найнижчим рівнем абстракції і те для вирішення задачі передбачення виду терористичного акту, що буде скоєно, є провінції/штати/області досить великих країн, таких як Індія, США. Таким чином дані методи не підходять для вирішення поставленої задачі.

Таким чином, беручи до уваги опис статистики терористичних актів по Україні, а також нечіткості даної задачі, описаної у підрозділі 1.3.1 пропонується для подальшого використовувати експертні методи для розв'язання даної задачі, а саме метод експертних оцінок, теорії нечітких множин.

Висновки до розділу 1

У даному розділі було виконано такі завдання необхідні для подальшої роботи:

- Було вивчено та проаналізовано методи визначення ризику, а також взято до уваги їх переваги та недоліки відносно даної задачі;
- Описано невизначеності пов'зані з задачею;
- Було обрано експертний метод для визначення ризику та обгрунтовано його вибір;
- Було проаналізовано тенденції тероризму у світі та його особливості в Україні. Було побудовано часовий ряд для формування вибірки, що розглядається в роботі, як статистика;
- Було проаналізовано сформовану вибірку терористичних актів на території України для подальшого аналізу та визначення категорій та критерій аналізу.

РОЗДІЛ 2 ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЗАДАЧІ

2.1 Визначення ймовірності наявності терористичної загрози

Спершу треба розглянути прості поширені показники наявності ризику терористичного акту – показники на основі кількості населення. Зрозуміло, що чим вище дані показники, тим привабливішою є територія для здійснення нападу. Найкраще цю залежність відображає показник щільності населення, адже є пряма залежність між ним та ймовірністю нанести найбільш можливу шкоду цілі [6].

2.1.1 Визначення ймовірності наявності загрози з врахуванням використовуваної зброї

Ймовірність наявності внутрішньої загрози є завжди досить високою. Вона насамперед залежить від доступності зброї для здійснення атаки, розгалуженості або близькості до мережі терористичних організацій, рівня безпеки у державі.

Зовнішній тероризм же в основному представлений міжнародними терористичними організаціями, які зазвичай мають більший розмах у своїх замаху, інший вибір зброї та також сильно прив'язані у своїх діях до зовнішньої політики держави, у якій можливий терор та її роль у протистоянні даним організаціям.

Таким чином загальну ймовірність наявності загрози можна представити так:

Складова А – наявність внутрішньої загрози без зв'язку з зовнішньою, тобто представлено лише внутрішніми проявами тероризму

Складова Б – наявність зовнішньої загрози без зв'язку з внутрішньою, тобто терористичний акт організовано та скоєно лише за допомогою внутрішніх сил організації, випадок, коли громадянин країни-цілі є членом організації, теж входить до цієї категорії

Складова АБ – кооперація внутрішніх та зовнішніх терористичних організацій/поодиноких терористів, тоді

$$P(\text{наявність загрози}) = P(A) + P(B) + P(AB) \quad (2.1)$$

Припустимо, що для кожної складової початкове значення ймовірності

$$P(\text{наявність загрози}) = 1 \quad (2.2)$$

Дана ймовірність може бути зменшена за рахунок обмежуючих факторів.

Розглянемо спочатку складову А. Головним показником є можливість отримати зброю для скоєння терористичного нападу. Згідно зі статистикою найбільше всього нападів в Україні, та й у світі скоєно з використанням вибухівки/вогнепальної зброї. Її найлегше за все дістати, транспортувати, та й вона найбільш за все підходить для тих типів терористичних атак, що відбуваються в Україні, а саме підриви, підпали та збройні напади на певні організації з метою нанести шкоду власності, тобто тероризм з економічним мотивом на відміну від політичних/релігійних мотивів або викрадень/шантажу/взяття заручників. Відповідно до щорічних звітів міжнародної організації Small Arms Survey в Україні обіг нелегальної зброї складає 404 тис. одиниць за рік. Враховуючи статистику приведену у першому розділі за кількістю терористичних актів на рік в Україні, не враховуючи зону АТО, то в середньому це виходить по більше тисячі одиниць зброї на терористичне угруповання/поодинокого терориста, враховуючи похибку і те, що

не вся нелегальна зброя використовується для терористичних нападів. Таким чином вибір зброї ніяк не обмежує терориста у виборі цілі чи перешкоджає нападу, тому не є фактором, що зменшує ймовірність наявності загрози.

Регіон, в якому знаходиться Україна не є потенційно сприятливим для підтримки відносин з розгалуженими терористичними мережами, які в основному знаходяться у Середній та Південно-Східній Азії, Африці. Таким чином зміни у великих терористичних організаціях не можуть вплинути на стан внутрішнього тероризму, отже це також не впливовий фактор.

Стан внутрішньої безпеки відповідно до статистики має взагалі негативну динаміку, так як і кількість терористичних атак зросла, так і рівень злочинності також, що тільки сприяє розвитку тероризму. Таким чином $P(A)$ можна розглядати на рівні 70-80%.

Стосовно $P(AB)$, то не було зафіксовано жодного випадку, де б було виявлено, що терористична атака була організована чи підтримана сторонніми терористичними організаціями. Але відповідно до річного звіту Національної поліції України, за останній рік сильно збільшився об'єм наркотрафіку в Україні, як країни-транзиту наркотиків з Азії до Європи, що потенційно збільшує ймовірність розвитку кооперації місцевих терористів та терористичних організацій регіону з високим показником терористичної загрози. Таким чином даний фактор можна розглядати як поправляючий до першої складової, що підвищує її на приблизно 10%.

Головними показниками для високої $P(B)$ є кількість біженців-переселенців із Середньої Азії, політика держави стосовно терористичних організацій, як Талібан, Аль-Каїда, Ісламська держава, ІГІЛ. За статистикою жоден терористичний акт не був здійснений за участі даних організацій. Таким чином $P(B)$ прямує до нуля, але існує посилюючий фактор для загального значення ймовірності, так як кількість іммігрантів з Азії в Україні за останній рік зросла у три рази. Таким чином $P(\text{наявність загрози})$ можна оцінити приблизно як 0,95-1.

Хоча ця оцінка є дуже приблизною, вона не впливає на визначення рівня загрози, так як оцінка не проводиться на міжнародному рівні, а визначається у межах країни, де даний показник буде однаковий, таким чином його можна оцінювати як коефіцієнт, який впливає тільки на рівні підрахунку значення загального ризику.

2.1.2 Аналіз ймовірності використання CBRN зброї

Для визначення ймовірності використання CBRN зброї скористаємося алгоритмом, який визначає ризик її використання за допомогою лінійної регресії, яка була складена, використовуючи перевірки гіпотез, що по суті представляють впливові для терориста критерії [7].

До регресії увійшли всього два показника, а саме рівень політичної жорстокості на душу населення та кількість технічних експертів у даній зброї. Враховуючи, що тільки великі терористичні організації можуть мати даних спеціалістів, а такі організації не представлені в країні інтересу, тобто в Україні, то цей критерій одразу можна вважати за не впливовий. Стосовно політичної жорстокості на душу населення, то за офіційною статистикою цей показник рівен приблизно $3 \cdot 10^{-6}$, що є досить низьким показником. Таким чином розглядати даний вид атак для території України не є доцільним, так як обидва критерії не є вагомими для того, щоб влаштовувати дану модель.

2.2 Опис критеріїв як складових моделі

Тоді за інші критерії пропонується взяти відносні ймовірності вибору певної території (регіону чи обласного центру). Для цього будемо розглядати окремо обласні центри та область у цілому з причини сильної відмінності між ними у плані оцінки можливих наслідків та вразливості у разі вибору терористом одного чи іншого. Таким чином розглядаються такі ймовірності для двох категорій:

- а) $P(\text{вибір області відносно інших областей})$;
- б) $P(\text{вибір обласного центру відносно інших})$.

Так як ймовірності враховуються відносно інших можливих об'єктів нападу, то області, де проводиться АТО розглядаються окремо, адже ймовірність їх вибору у разі перевищує вибір інших областей, а терористичний акт, який може мати там місце має зовсім іншу природу, ніж у решти альтернатив. Отже, тероризм для цих двох категорій розглядається незалежно.

Крім того, сам процес вибору цілі нападу для оцінки загрози буде поділено на етапи. Тобто з самого початку терорист обирає загальну територію, на яку планується напад, а саме чи буде вона урбаністична, чи ні. Потім обирається тип структури, на яку планується напад.

На ймовірність вибору того чи іншого регіону впливають такі критерії вибору: статистика терористичних актів по області/обласному центру, щільність населення по області/обласному центру, привабливість області/обласного центру. Привабливість області/обласного центру оцінюється за рахунок кількості потенційно небезпечних об'єктів у державному реєстрі (ПНО), кількості військових баз, статистичних даних стосовно типів об'єктів, на яких було скоєно напади.

Важливість статистику, як критерію вибору обумовлює те, що чим більша кількість терористичних атак на дану ціль, тим дана ціль є потенційно більш

підходящою для нападу на неї. Що стосується щільності, то простежується досить сильна залежність між вибором терористом цілі та цим критерієм, що добра помітно навіть у рейтингу по ризику проведення терористичного акту в урбаністичних агломераціях США, який був складений організацією RAND [6].

2.3 Математична модель задачі

Для визначення ймовірності вибору цілі за певним критерієм, використаємо теорію нечітких множин. Хоча опис ризику за допомогою імовірнісних моделей на пеший погляд відрізняється від опису за допомогою нечітких моделей, оскільки вони по-різному формалізують невизначеність. У теорії ймовірностей розглядається статистична невизначеність. Теорія нечітких множин націлена на роботу з лінгвістичної невизначеністю. Однак теорія нечітких множин може бути зведена до теорії випадкових множин, а тим самим – до теорії ймовірностей [8 - 11].

Для переходу для визначення ймовірності вибору області/обласного центру терористом по критеріям пропонується розглянути математичну модель процесу вибору. Так терорист має критерії вибору території проведення терористичного акту, які хоче максимізувати:

$$criteria1 \rightarrow max, criteria2 \rightarrow max, criteria3 \rightarrow max \quad (2.3)$$

Дані три критерії є описаними вище критеріями обрання наступної цілі.

Також для терориста є певна нечітка множина альтернатив $x \in X$, де X - це множина альтернатив, а саме сукупність цілей з функцією приналежності $\mu_C(x)$. Вона є нечіткою, так вона визначається тими показниками, що може регулювати

сам терорист неопосередковано, тобто ресурсами, якими він володіє, його поточним місцезнаходженням, його цілями і т.д. В такому разі, так як усі критерії можуть набувати тільки невід'ємних значень, проводимо нормування критеріїв таким чином:

$$\begin{aligned}\widetilde{criteria1} &= \frac{criteria1}{\sup criteria1} = \frac{criteria1}{\max criteria1}, \\ \widetilde{criteria2} &= \frac{criteria2}{\sup criteria2} = \frac{criteria2}{\max criteria2}, \\ \widetilde{criteria3} &= \frac{criteria3}{\sup criteria3} = \frac{criteria3}{\max criteria3}.\end{aligned}\tag{2.4}$$

Відповідно отримані нормовані значення критеріїв є степінь виконання критерія, тобто $i \in \mu_{G_i}(x)$, де G_i – i -тий критерій.

Так як вибір цілі для загрози за різними критеріями, які були приведені, може бути здійснений за будь-яким критерієм, тобто вибір цілі залежить від степіня задоволення критерію, кількості критеріїв, які задовольняються, та від того, який критерій більш важливий чи менш для терориста/терористичної групи, то пропонується наступний підхід:

- а) Ціль може бути обрана тільки за критеріями, які були наведені;
- б) Кожен критерій має свою вагу, так що :

$$\sum_{i=1}^n \rho_i = 1\tag{2.5}$$

де n – кількість критеріїв, ρ_i – вага i -го критерію. Фактично вага критерію показує наскільки ключевим є даний критерій для злочинця.

За підходом Белмана-Заде найкраща альтернатива у цьому випадку визначається з формулою (2.6)

$$\max_x \min\{\rho_i \mu_{G_i}, \mu_C(x)\}, i = \overline{1,3}. \quad (2.6)$$

Так як розглядаємо найгірший випадок, тобто $\mu_C(x)=1$, то для усіх можливих альтернатив, тобто визначених у подальшому категорій, функція приналежності множині цілей терориста буде мати вигляд $\min\{\rho_i \mu_{G_i}\}$.

Отже, значення нормованих критеріїв, отриманих у (2.4), показують наскільки дана альтернатива задовольняє певний критерій. Чим більше значення набуває певний критерій для певної цілі, тим більше дана ціль відповідає вимогам терориста, а отже тим більша ймовірність вибору даної цілі за даним критерієм. Таким чином кожен з нормованих критеріїв визначає степінь потрапляння даної цілі у множину цілей терориста, вибраних за певним критерієм, тобто фактично є значенням функції приналежності даної альтернативи до множини цілей, обраних за даним критерієм. Чим більше критеріїв і збільшою степінню приналежності задовольняє альтернатива, тим більша ймовірність її вибору. Отже, тоді ймовірність можна пов'язати з функцією приналежності за допомогою операції об'єднання у сильному смислі у формулі (2.7):

$$P = \min\left\{\sum_{i=1}^3 \mu_i(x), 1\right\} \quad (2.7)$$

де $\mu_i(x) = \rho_i \mu_{G_i}$ – функція приналежності альтернативи X до множини альтернатив, задовольняючих i -тий критерій, тобто показує степінь задоволення даного критерія.

Так як, всі критерії мають свої ваги і таким чином $\sum_{i=1}^3 \mu_i(x) \leq 1$, то відповідно (2.7) трансформується у (2.8)

$$P = \sum_{i=1}^3 \mu_i(x) = \sum_{i=1}^3 \rho_i \mu_{G_i} \quad (2.8)$$

Тоді можемо розглядати μ_{G_i} , як ймовірність вибору альтернативи за i -тим критерієм і будемо позначати як P (вибір за i – тим критерієм). Таким чином отримуємо формулу для визначення загрози :

$$\begin{aligned} P(\text{загроза}) = & \rho_1 * P(\text{вибір за першим критерієм}) + \rho_2 * \\ & * P(\text{вибір за другим критерієм}) + \rho_3 * \\ & * P(\text{вибір за третім критерієм}) \end{aligned} \quad (2.9)$$

Після закінчення етапу визначення ймовірності загрози для об'єктів з кожної з обраних у подальшому категорій, можна застосувати ці значення для формування оцінки ризику за формулою (1.4) з використанням даних про вразливість та очікувані втрати. Вразливість є тим параметром, на який безпосередньо впливають люди, що захищають об'єкт. Так для зменшення вразливості використовуються системи безпеки, які є досить дорогими, тому варто розглянути підхід, який дозволяє визначити найкращі варіанти розподілу сил захисту, адже часто виникає ситуація, коли декілька об'єктів опиняються під загрозою.

Розглянемо це, як антагоністичну гру двох гравців, де платіжною матрицею буде виступати загальний ризик, порахований для різних значень вразливості об'єкта. Так функція терориста, який обирає i -ту чисту стратегію:

$$\max_x \min_y x^T E R y \quad (2.10)$$

Функція захисників об'єкта, які обирають j -ту чисту стратегію :

$$\min_y \max_x x^T E R y \quad (2.11)$$

Платіжна матриця має вигляд :

$$ER = \begin{pmatrix} ER_{obj1Def1} & \cdots & ER_{objNDef1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ ER_{obj1DefN} & \cdots & ER_{objNDefN} \end{pmatrix} \quad (2.12)$$

де $ER_{objNDefN}$ - очікуваний ризик для об'єкта N при системі захисту (витрати на захист) N для даного об'єкта.

Тоді x_i – ймовірність вибору терористом і-тої чистої стратегії, y_j - ймовірність вибору захисниками j-тої чистої стратегії по захисту об'єкта. Тоді отримуємо такий вигляд задачі:

$$\begin{aligned} & \max v_1 \\ & ER_{obj1Def1}x_1 + \cdots + ER_{objNDefN}x_N \geq v_1 \\ & \dots \\ & ER_{obj1Def1}x_1 + \cdots + ER_{objNDefN}x_N \geq v_1 \\ & \sum_{i=1}^N x_i = 1, x_i \geq 0 \end{aligned}$$

Дана задача вирішується симплекс-методом, за допомогою якого отримуємо значення ймовірності вибору і-тої чистої стратегії терористом. Отже, оптимальною стратегією для захисту об'єкту буде та, де значення x_i є мінімальним.

2.3.1 Введення підсилюючого коефіцієнта, як модифікатора моделі

Існують такі особливі об'єкти, які можуть впливати на вибір відносно сусідніх об'єктів. Такими об'єктами є значні для урбаністичного тероризму, наприклад, з метою економічного збитку, що є найрасповсюдженішим в Україні, є Національний банк України, завод Фармацевтична фірма Дарниця, або взагалі значні об'єкти, як наприклад Київський центральний вокзал чи Одеський порт, що мають низький рівень вразливості. Для таких об'єктів сусідні об'єкти теж автоматично підпадають під загрозу. Експертна оцінка відстані, на яку розповсюджується дане правило рівна 1,5 км, а граничне значення максимальної вразливості 0,4 [12]. Тоді підсилюючий коефіцієнт можна визначити так:

Введемо функцію-індикатор, що показує, чи існує такий об'єкт у необхідній близьості:

$$1_d = \begin{cases} 1, \exists o_{hRisk}, d < R_b \\ 0, \nexists o_{hRisk}, d < R_b \end{cases} \quad (2.16)$$

де o_{hRisk} – об'єкт з високим показником рівня загрози, тобто такий, що

$$P_{threat}(o_{hRisk}) \geq 0,7 \quad (2.17)$$

де d – відстань між даним об'єктом і o_{hRisk} , а $R_b = 1,5$ км.

Коефіцієнтом наближення c_d є таке відношення $c_d = \frac{d}{R_b}$ і тоді коефіцієнт підсилення можна визначити як:

$$C_{up} = \begin{cases} \frac{v * P_{threat}(o_{hRisk})}{c_d}, v * P_{threat}(o_{hRisk}) > c_d \\ 1, v * P_{threat}(o_{hRisk}) \leq c_d \end{cases} \quad (2.18)$$

Тоді кінцеве значення ймовірності загрози для даного об'єкту є:

$$P_{\text{загрози}} = \begin{cases} P * (1 + 1_d(1 - C_{up})), & C_{up} < \frac{1}{P} \\ 1, & C_{up} \geq \frac{1}{P} \end{cases} \quad (2.19)$$

де P – розраховане за моделлю значення ймовірності загрози для об'єкту без врахування коефіцієнту підвищення.

2.4 Визначення загрози терористичного акту

Розглянемо усю вибірку терористичних актів по Україні з 2014 року для аналізу та розбивки на категорії. Отже, дані для областей і обласних центрів неокупованих областей отримаємо такі результати після нормування критеріїв. Дані стосовно статистики по місцям за 2014-2015 роки зображено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Статистика терористичних атак в Україні

Місто	Кількість атак
Apostolove	2
Berdyanske	1
Berezove	3
Bilhorod-Dnistrovskyi	1
Boryspil	1
Bucha	1
Chaplynsky district	1
Chernigov	1
Chonhar	3
Dachne	1
Dnipropetrovsk	5
Dovhenke	1
Hadyach	1

Продовження таблиці 2.1

Місто	Кількість атак
Henichesk	1
Heorhiivka	1
Hirske	1
Holmivsky	1
Horodenka	1
Horodysche	1
Hrushevakha	1
Hryhoryevka	1
Illichivsk	1
Illivka	1
Izyum	2
Izyum district	1
Karlivka	1
Kharkiv	14
Kherson	3
Khimik	1
Kiev	17
Kolomyya	1
Komsomolsk	1
Kondrashivka	1
Korsun-Shevchenkivsky	1
Koshary	1
Krasne	1
Krasnopillya	1
Kremenchuk	1
Kryvyi Rih	1
Kupyansk-Vuzlovyy	1
Kuznetsovka	1
Lokhvystia district	1
Lozivske	1
Lozova	1
Lutsk	1
Lviv	9
Novomykhaylivka	1
Novopokrovka	1
Novoselivka	1
Novoselivka	1
Novotoshkivkse	1
Novotroitske	1

Продовження таблиці 2.1

Nyzhna Vilkhova	1
Odessa	36
Oleksandrivsk	3
Olenovka	1
Orikhove	2
Peremoha	1
Pervomaiskyi	1
Petrivka	1
Petrivske	1
Pobyeda	1
Poltava	1
Prokhorivka	1
Pyatykhatky	1
Rivne	3
Rodyna	1
Rokytne	1
Rozhnyativ district	3
Rozivka	1
Rybacha	1
Shumy	3
Stepne	1
Sumy	1
Vasilyevka	1
Velikonovosilkivsky district	2
Verkhnya Vilkhova	1
Vilkhove	2
Vovchansk	1
Vynohradne	1
Yasnogorodivka	1
Zanky	1
Zavtine	1
Zhdanivka	1
Zmiyivsky district	1

Після нормування значень по першому критерію по областях і по обласних центрах отримали дані у таблиці 2.2 і у таблиці 2.3 відповідно.

Таблиця 2.2 – Атаки по областях України

Область	Атаки	Ймовірність вибору цілі за статистикою
Вінницька	5	0,333333333
Волинська	0	0
Дніпропетровська	9	0,6
Житомирська	1	0,066666667
Закарпатська	1	0,066666667
Запорізька	10	0,666666667
Івано-Франковська	2	0,133333333
Київська	4	0,266666667
Кіровоградська	1	0,066666667
Львівська	2	0,133333333
Миколаївська	0	0
Одеська	14	0,933333333
Полтавська	4	0,266666667
Рівненська	4	0,266666667
Сумська	1	0,066666667
Тернопільська	0	0
Харківська	15	1
Херсонська	12	0,8
Хмельницька	1	0,066666667
Черкаська	4	0,266666667
Чернівецька	0	0
Чернігівська	2	0,133333333

Таблиця 2.3 – Атаки по обласних центрах України

Обласний центр	Атаки	Ймовірність вибору цілі за статистикою
Вінниця	0	0
Дніпро	5	0,138889
Житомир	0	0
Запоріжжя	0	0
Івано-Франківськ	0	0
Київ	17	0,472222
Кропивницький	0	0
Луцьк	1	0,027778
Львів	9	0,25
Миколаїв	2	0,055556

Продовження таблиці 2.3

Одеса	36	1
Полтава	1	0,027778
Рівне	3	0,083333
Суми	1	0,027778
Тернопіль	0	0
Ужгород	0	0
Харків	14	0,388889
Херсон	3	0,083333
Хмельницьк	0	0
Черкаси	0	0
Чернівці	0	0
Чернігів	1	0,027778

Стосовно щільності, то відповідно до даних на 1.3.2017 по областях маємо результати наведені у таблиці 2.4 [13].

Таблиця 2.4 – Щільність по областях України

Область	Щільність	Ймовірність вибору за щільністю
Вінницька	59,88	0,516296
Волинська	51,64	0,445249
Дніпропетровська	101,06	0,871357
Житомирська	41,53	0,358079
Закарпатська	98,48	0,849112
Запорізька	63,89	0,550871
Івано-Франківська	99,01	0,853682
Київська	61,6	0,531126
Кіровоградська	39,22	0,338162
Львівська	115,98	1
Миколаївська	46,67	0,402397
Одеська	71,59	0,617262
Полтавська	49,55	0,427229
Рівненська	57,98	0,499914
Сумська	46,26	0,398862
Тернопільська	76,53	0,659855
Харківська	85,95	0,741076

Продовження таблиці 2.4

Область	Щільність	Ймовірність вибору за щільністю
Херсонська	37,03	0,319279
Хмельницька	62,21	0,536386
Черкаська	58,83	0,507243
Чернівецька	112,07	0,966287
Чернігівська	32,35	0,278927

Дані з щільності по містах відповідно до даних на 1.3.2017 маємо результати наведені у таблиці 2.5 [13].

Таблиця 2.5 – Щільність по обласних центрах України

Місто	Щільність	Ймовірність вибору за щільністю
Вінниця	3297	0,636609
Дніпро	2429	0,469009
Житомир	4387	0,847075
Запоріжжя	2266	0,437536
Івано-Франківськ	2758	0,532535
Київ	3490,1	0,673895
Кропивницький	2255,5	0,435509
Луцьк	5179	1
Львів	4001,7	0,772678
Миколаїв	1888	0,364549
Одеса	6223	1,201583
Полтава	2839,5	0,548272
Рівне	3930	0,758834
Суми	2806	0,541803
Тернопіль	3026	0,584283
Ужгород	2847	0,54972
Харків	4112	0,793976
Херсон	2034	0,39274
Хмельницький	2886	0,55725
Черкаси	4107	0,79301
Чернівці	1742	0,336358

Третій критерій визначається сукупною інформацією стосовно трьох категорій об'єктів, а саме: кількістю ПНО, воєнних баз, підприємств та установ державної влади. Ці категорії були обрані на основі того, що за статистикою цілями терористичних атак за 2014-2015 роки в неокупованих областях були категорії об'єктів приведені у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Статистика за типами цілей

Категорія об'єкта	Кількість атак	Рівень важливості категорії
Воєнні об'єкти	50	1
Приватна власність	39	0,78
Бізнес структури	23	0,46
Заклади державної влади	18	0,36
Транспорт	15	0,3
Комунальне господарство	10	0,2
Поліція	9	0,18
ЗМІ	6	0,12
Офіси недержавних структур	4	0,08
Релігійні групи/фігури	3	0,06
Учбові заклади	2	0,04
Дипломати/дипломатичні офіси	1	0,02
Аеропорти	1	0,02

Для визначення рівня важливості було застосовано той самий прийом, як і для критеріїв вибору. Адже даний показник теж можна розглядати, як проміжний критерій, який теж максимізується терористом.

Рівень суттєвого впливу на вибір визначено, як середнє значення важливості по категоріях, а саме 0,278461538. Таким чином впливовими вважаються категорії: воєнні об'єкти, приватна власність, бізнес структури, заклади державної влади, транспорт.

Стосовно ПНО було проаналізовано таблицю зареєстрованих по областях ПНО, враховуючи ті, що були усунені з реєстру [15,16].

На цей час Державний реєстр ПНО містить докладні відомості про понад 24 тис. об'єктів, до числа яких входять промислові підприємства, шахти, кар'єри, магістральні газо-, нафто- і продуктопроводи, гідротехнічні споруди, вузлові залізничні станції, мости, тунелі, накопичувачі та полігони промислових відходів, місця збереження небезпечних речовин і ін. [16]. Відповідні дані стосовно ПНО зображено в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Обласна статистика ПНО

Кількість ПНО	Станом на 2016 рік	Ймовірність вибору за кількістю ПНО
Вінницька область	605	0,296278
Волинська область	297	0,145446
Дніпропетровська область	2042	1
Житомирська область	518	0,253673
Закарпатська область	753	0,368756
Запорізька область	1053	0,515671
Івано-Франківська область	533	0,261019
Київська область	671	0,328599
Кіровоградська область	402	0,196866
Львівська область	1354	0,663075
Миколаївська область	716	0,350637
Одеська область	677	0,331538
Полтавська область	1431	0,700784
Рівненська область	439	0,214985
Сумська область	443	0,216944
Тернопільська область	530	0,259549
Харківська область	1573	0,770323
Херсонська область	519	0,254163
Хмельницька область	734	0,359452
Черкаська область	491	0,240451
Чернівецька область	354	0,173359
Чернігівська область	694	0,339863

Так як, ПНО включають у себе вузлові залізничні станції, мости, тунелі та той факт, що розподіл вантажообігу та кількість перевезеного вантажу за видами транспорту має вид, зображений на рисунку 2.1 та рисунку 2.2, вплив категорії

транспорт у враховується у цій секції [17]. Адже враховуючи, що основні показники транспорту представлені залізничним та автомобільним транспортом, то залізничний транспорт враховується у ПНО у вигляді вузлових залізничних станцій, а автомобільний – у мостах та тунелях, що представляють собою одні із основних сполучних елементів автомобільного транспорту.

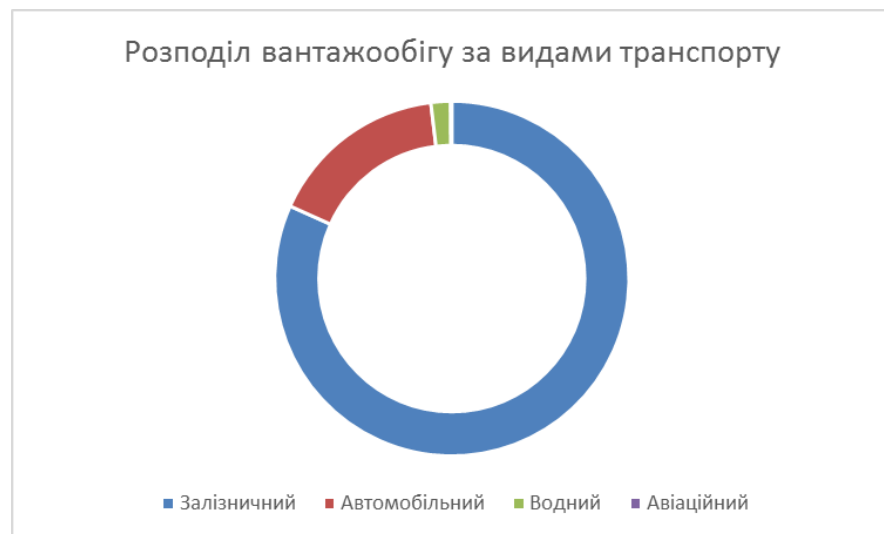


Рисунок 2.1 – Вантажообіг в Україні за видами транспорту



Рисунок 2.2 – Обсяг перевезень в Україні за видами транспорту

Стосовно воєнних баз на територіях областей маємо інформацію представлену у таблиці 2.8 з джерела [18].

Таблиця 2.8 – Статистика воєнних баз

Область	Кількість воєнних баз	Ймовірність вибору за кількістю баз
Вінницька область	1	0,166667
Волинська область	1	0,166667
Дніпропетровська область	5	0,833333
Житомирська область	4	0,666667
Закарпатська область	2	0,333333
Запорізька область	1	0,166667
Івано-Франківська область	0	0
Київська область	2	0,333333
Кіровоградська область	2	0,333333
Львівська область	6	1
Миколаївська область	0	0
Одеська область	1	0,166667
Полтавська область	1	0,166667
Рівненська область	2	0,333333
Сумська область	3	0,5
Тернопільська область	0	0
Харківська область	1	0,166667
Херсонська область	1	0,166667
Хмельницька область	2	0,333333
Черкаська область	0	0
Чернівецька область	1	0,166667
Чернігівська область	1	0,166667

Таким чином, так як були враховані і ПНО, і воєнні бази, то категорії воєнних і транспортних структур із критерія привабливості вже описані. Залишилося описати приватну власність та бізнес, та заклади державної влади.

Стосовно приватної власності загалом, то можна стверджувати, що пряму цікавість для терориста складає саме приватна власність у вигляді підприємств/банків, приватна власність же у вигляді будинків, прибудинкових

територій достатньо характеризується другим критерієм, тобто щільністю населення. Таким чином бізнес та приватну власність пропонується об'єднати в одну категорію, яку будуть характеризувати дані про кількість підприємств по областях і містах узяті з офіційних сайтів Головного управління статистики по областях та дані про кількість банків по обласних центрах, так як інформація про них не входить до інформації про підприємства. Причина того, що статистика по банкам використовується тільки по містах, пояснюється тим, що банки у малих містах, тобто по області, не представляють потенційного інтересу для терористів як за малою кількістю можливої шкоди, так і за її непропорційністю відносно вразливості банківських установ, яка є низькою за рахунок банківської системи охорони. Дані по підприємствам областей та обласних центрів відповідно представлені у таблиці 2.9 та таблиці 2.10.

Таблиця 2.9 – Статистика підприємств за областями України

Область	Кількість підприємств	Ймовірність вибору за підприємствами
Вінницька	9442	0,35
Волинська	5600	0,21
Дніпропетровська	27251	1
Житомирська	6607	0,24
Закарпатська	6111	0,22
Запорізька	14423	0,53
Івано-Франківська	7942	0,29
Київська	18164	0,67
Кіровоградська	7684	0,28
Львівська	18628	0,68
Миколаївська	10569	0,39
Одеська	23883	0,88
Полтавська	10142	0,37
Рівненська	5253	0,19
Сумська	5842	0,21
Тернопільська	5096	0,19
Харківська	24938	0,92
Херсонська	8008	0,29

Продовження таблиці 2.9

Хмельницька	6992	0,26
Черкаська	8296	0,3
Чернівецька	4054	0,15
Чернігівська	6018	0,22

Таблиця 2.10 – Статистика за обласним центрами України

Обласний центр	Кількість підприємств	Ймовірність вибору за підприємствами
Вінниця	3857	0,044140536
Дніпро	14676	0,167956054
Житомир	2506	0,028679332
Запоріжжя	8734	0,099954223
Івано-Франковськ	3350	0,038338293
Київ	87380	1
Кіровоградський	2550	0,029182879
Луцьк	2669	0,030544747
Львів	10236	0,117143511
Миколаїв	5490	0,062829023
Одеса	13539	0,154943923
Полтава	3484	0,039871824
Рівне	2630	0,030098421
Суми	2931	0,033543145
Тернопіль	2268	0,025955596
Ужгород	1774	0,020302129
Харків	19482	0,222957198
Херсон	3828	0,043808652
Хмельницьк	2697	0,030865187
Черкаси	3852	0,044083314
Чернівці	2265	0,025921263
Чернігів	2779	0,031803616

Так як статистика не враховує діяльність банків, як сказано на офіційних ресурсах Головного управління статистики, то дані про банки наведено у таблиці 2.11 [19].

Таблиця 2.11 – Статистика банків по областях України

Обласний центр	Кількість банків	Ймовірність вибору за банками
Вінниця	138	0,117347
Дніпро	396	0,336735
Житомир	86	0,073129
Запоріжжя	256	0,217687
Івано-Франківськ	92	0,078231
Київ	1176	1
Кропивницький	108	0,091837
Луцьк	88	0,07483
Львів	284	0,241497
Миколаїв	161	0,136905
Одеса	400	0,340136
Полтава	151	0,128401
Рівне	89	0,07568
Суми	103	0,087585
Тернопіль	82	0,069728
Ужгород	63	0,053571
Харків	433	0,368197
Херсон	123	0,104592
Хмельницьк	87	0,07398
Черкаси	110	0,093537
Чернівці	93	0,079082
Чернігів	106	0,090136

Наведена вище статистика зроблена на основі кількості банківських установ у місті з припущенням, що всі банки мають однакові вагові коефіцієнти, тобто характеристики банків, такі як прибутковість капіталу, чистий дохід та ін. та структура відділів різних банків по містах.

Залишилося охарактеризувати установи державної влади. Що стосується областей, то дана категорія об'єктів не є впливовою, так як установи державної влади мають однакові характеристики незалежно від області, тобто не впливають на вибір терориста безпосередньо. Стосовно установ державної влади в обласних центрах, то всі обласні центри крім м. Києва мають однакові характеристики, адже головною установою державної влади у місті є міська рада. У м. Києві окрім

міської ради знаходяться 18 міністерств, Верховна Рада, Адміністрація Президента, Конституційний Суд України, Верховний Суд України, Вищий Адміністративний Суд України, Вищий Господарський Суд України, Вищий Спеціалізований Суд України з розгляду цивільних і кримінальних справ, Рада національної безпеки і оборони України. Таким чином з припущенням, що перелічені об'єкти мають однакову вагу впливу на вибір терористом цілі для загрози, то маємо статистику, що для всіх обласних центрів ймовірність вибору за державними установами буде 0,039, крім Києва, де ймовірність вибору рівна 1.

Таким чином отримуємо, що ймовірність вибору за третім критерієм має вигляд:

$$\begin{aligned}
 P(\text{вибір за третім критерієм}) = & \tilde{\rho}_1 * P(\text{вибір за ПНО}) + \\
 & + \tilde{\rho}_2 * P(\text{вибір за воєнними базами}) + \\
 & + \tilde{\rho}_3 * P(\text{вибір за підприємствами}) + \tilde{\rho}_4 * P(\text{вибір за банками}) + \\
 & + \tilde{\rho}_5 * P(\text{вибір за установами державної влади})
 \end{aligned}
 \tag{2.13}$$

де $\tilde{\rho}_i$ – вага i -того проміжного критерію.

Ваги у формулі (2.13) для областей визначаються за допомогою статистичних даних по категоріям об'єктів, які приведені у таблиці 2.6. Так для областей розглядаємо такі критерії для визначення привабливості області для терориста: вибір області за ПНО, воєнними базами, підприємствами. Показник за підприємствами відповідає показнику по приватній власності та бізнесу із таблиці 2.6 у сукупності, ПНО визначає важливі транспортні шляхи, тому відповідає категорії транспорту із таблиці 2.6. Банки та державні установи, як було зазначено вище для областей не розглядаються. Таким чином ваги кожного з проміжних критеріїв можна визначити, як ймовірність вибору того чи іншого типу об'єкта. Результати наведено у таблиці 2.13.

Таблиця 2.13 – Ваги проміжних критеріїв для областей

Проміжний критерій	Кількість інцидентів	Ваги проміжного критерію
Вибір за підприємствами	62	0,49
Вибір за воєнними базами	50	0,39
Вибір за ПНО	15	0,12

Отже, отримуємо, що ймовірність вибору області за третім критерієм безпосередньо для області має вигляд:

$$\begin{aligned}
 P(\text{вибір області за третім критерієм}) &= 0,12 * P(\text{вибір за ПНО}) + 0,39 \\
 &* P(\text{вибір за воєнними базами}) + 0,49 \\
 &* P(\text{вибір за підприємствами})
 \end{aligned}
 \tag{2.14}$$

Аналогічно перетворюємо формулу для міст. Тільки проміжними критеріями виступають: вибір за підприємствами, за банками, за установами державної влади. Підприємства відповідають категорії приватної власності, банки – бізнесу із таблиці 2.6, так як бізнес тісно пов'язаний з послугами банків, тому кількість бізнес установ та банків у містах пропорційна. Отже, ваги для кожного з проміжних критеріїв приведені у таблиці 2.14.

Таблиця 2.14 – Ваги проміжних критеріїв для обласних центрів

Проміжний критерій	Кількість інцидентів	Ваги проміжного критерію
Вибір за підприємствами	39	0,49
Вибір за банками	23	0,29
Вибір за установами державної влади	18	0,22

Отримуємо, що ймовірність вибору обласного центру за третім критерієм безпосередньо для області має вигляд:

$$\begin{aligned}
 &P(\text{вибір обласного центру за третім критерієм}) \\
 &= 0,29 * P(\text{вибір за банками}) + 0,49 * \\
 &* P(\text{вибір за підприємствами}) + 0,22 * \\
 &* P(\text{вибір за установами державної влади})
 \end{aligned}
 \tag{2.15}$$

В області існують різні категорії міст/селищ, які характеризуються різним рівнем ризику терористичної атаки. Так як самі по собі дані населені пункти мають невеликі розміри, то можна знехтувати їх площею і тому замість критерію цільності населення взяти кількість населення для оцінки ризику терористичного акту для певного населеного пункту. Таким чином населені пункти області діляться на категорії:

- а) населення менше 10 тисяч чоловік – села та селища міського типу (сmt);
- б) населення більше 10 тисяч та менше 50 тисяч чоловік;
- в) населення більше 50 тисяч та менше 100 тисяч чоловік;
- г) населення більше 100 тисяч та менше 250 тисяч чоловік;
- д) населення більше 250 тисяч та менше 500 тисяч чоловік;
- е) населення більше 500 тисяч та менше 1 мільйона чоловік;
- ж) населення більше 1 мільйона чоловік.

З джерела [21] та зі статей про міста з джерела [22] отримуємо дані приведені у таблиці 2.15 та таблиці 2.16.

Таблиця 2.15 – Кількість населених пунктів категорії

Область	Міста	СМТ	Сільські населені пункти
Вінницька	18	29	1457
Волинська	11	22	1054
Дніпропетровська	20	46	1435

Продовження таблиці 2.15

Область	Міста	СМТ	Сільські населені пункти
Житомирська	12	43	1613
Закарпатська	11	19	579
Запорізька	14	22	914
Івано-Франківська	15	24	765
Київська	26	30	1126
Кіровоградська	12	27	991
Львівська	44	34	1850
Миколаївська	9	17	885
Одеська	19	33	1124
Полтавська	15	21	1805
Рівненська	11	16	999
Сумська	15	20	1458
Тернопільська	18	17	1022
Харківська	17	61	1677
Херсонська	9	31	658
Хмельницька	13	24	1414
Черкаська	16	15	824
Чернівецька	11	8	398
Чернігівська	16	29	1466

Так як до категорії 6 та 7 належать тільки міста обласні центри, то достатньо розглянути тільки категорії міст 2-5. Так як у таблиці 2.15 враховуються обласні центри у містах, то кількість решти міст на одиницю менше.

Таблиця 2.16 – Кількість міст по категоріям

Область	Кількість пунктів категорії 2	Кількість пунктів категорії 3	Кількість пунктів категорії 4	Кількість пунктів категорії 5
Вінницька	17	0	0	0
Волинська	8	2	0	0
Закарпатська	9	1	0	0
Запорізька	10	1	2	0
Івано-Франківська	12	2	0	0
Київська	22	2	1	0

Продовження таблиці 2.16

Область	Кількість пунктів категорії 2	Кількість пунктів категорії 3	Кількість пунктів категорії 4	Кількість пунктів категорії 5
Кіровоградська	9	2	0	0
Львівська	40	3	0	0
Миколаївська	6	2	0	0
Одеська	14	4	0	0
Полтавська	10	3	1	0
Рівненська	9	1	0	0
Сумська	10	4	0	0
Тернопільська	17	0	0	0
Харківська	13	3	0	0
Херсонська	7	1	0	0
Хмельницька	10	1	1	0
Черкаська	13	2	0	0
Чернівецька	10	0	0	0
Чернігівська	13	2	0	0

Після класифікації кожного з міст по кількості населення, які приведені у статистиці терористичних атак з таблиці 2.1 та занесення до таблиці 2.2 цих даних по областях отримуємо такі дані у таблиці 2.17.

Таблиця 2.17 – Кількість атак на категорії міст по областях

Область	Кількість атак на кат. 0	Кількість атак на кат. 1	Кількість атак на кат. 2	Кількість атак на кат. 3	Кількість атак на кат. 4
Вінницька	5	0	0	0	0
Волинська	0	0	0	0	0
Дніпропетровська	6	1	1	0	1
Львівська	2	0	0	0	0
Миколаївська	0	0	0	0	0
Одеська	11	1	2	0	0
Полтавська	0	3	1	1	0
Рівненська	2	2	0	0	0
Сумська	1	0	0	0	0
Тернопільська	0	0	0	0	0
Харківська	8	3	4	0	0

Продовження таблиці 2.17

Херсонська	9	3	0	0	0
Хмельницька	1	0	0	0	0
Черкаська	2	2	0	0	0
Чернівецька	0	0	0	0	0
Чернігівська	2	0	0	0	0

Таким чином ймовірність вибору певного населеного пункту вже обраної області визначена у формулі (2.9) та буде складатися з ймовірності вибору категорії на основі статистики атак та ймовірності вибору певного населеного пункту з даної категорії за умови, що всі населенні пункти даної категорії не мають більшої степені привабливості для терористів.

$P(\text{вибір населеного пункту області})$

$$= P(\text{вибір категорії на основі статистики}) * \\ * P(\text{вибір населеного пункту з} \\ \text{— поміж інших даної категорії}) \quad (2.15)$$

Дане припущення у цілому вірно, бо всі важливі об'єкти, які можуть знаходитися на території вибраного населеного пункту, враховані у вибір більшої території, а саме області. Щодо загальних характеристик населених пунктів, визначених вище категорій, то всі населені пункти одної категорії можна вважати рівнозначними. У таблицях 2.18, 2.19 наведено дані по ймовірності вибору категорії на основі статистики та вибору населеного пункту відповідно.

Таблиця 2.18 – Ймовірність вибору категорії по областях

Область	Ймовірність вибору кат. 1	Ймовірність вибору кат. 2	Ймовірність вибору кат. 3	Ймовірність вибору кат. 4	Ймовірність вибору кат. 5
Вінницька	0,666666	0,111111	0,111111	0	0,111111
Волинська	1	0	0	0	0

Продовження таблиці 2.18

Область	Ймовірність вибору кат. 1	Ймовірність вибору кат. 2	Ймовірність вибору кат. 3	Ймовірність вибору кат. 4	Ймовірність вибору кат. 5
Дніпропетровська	0,8	0	0	0,2	0
Житомирська	0,25	0,5	0,25	0	0
Закарпатська	1	0	0	0	0
Запорізька	0	0,75	0,25	0,25	0
Івано-Франківська	1	0	0	0	0
Київська	0,5	0,5	0	0	0
Кіровоградська	1	0	0	0	0
Львівська	0	0	0	0	0
Миколаївська	0,6	0,2	0,2	0	0
Одеська	0	0	1	0	0
Полтавська	1	0	0	0	0
Рівненська	0	0	0	0	0
Сумська	0	0	0	0	0
Тернопільська	0,5	0,5	0	0	0
Харківська	1	0	0	0	0
Херсонська	0,533333	0,2	0,266666	0	0
Хмельницька	0,75	0,25	0	0	0
Чернівецька	0	0	0	0	0
Чернігівська	1	0	0	0	0

Таблиця 2.19 – Ймовірність вибору пункту обраної категорії

Область	Ймовірність вибору кат. 1	Ймовірність вибору кат. 2	Ймовірність вибору кат. 3	Ймовірність вибору кат. 4	Ймовірність вибору кат. 5
Вінницька	0,000929	0,125	0,5	0	0
Волинська	0,000677	0,1	0,25	0	0
Дніпропетровська	0,000673	0,058824	0	0	0
Житомирська	0,001672	0,111111	1	0	0
Закарпатська	0,000864	0,071429	0,25	0	0
Запорізька	0,000675	0,083333	0,333333	0,333333	1
Івано-Франківська	0,001109	0,166667	0,5	0	0
Київська	0,000604	0,125	0,333333	0	0

Продовження таблиці 2.19

Кіровоградська	0,000669	0,076923	0,5	0	0
Львівська	0,000548	0,1	0,333333	1	0
Миколаївська	0,002463	0,1	0	0	0
Одеська	0,001192	0,076923	0,5	0	0
Полтавська	0,001068	0,1	1	0,5	0
Рівненська	0,000962	0,058824	0	0	0
Сумська	0,000575	0,076923	0,333333	0	0
Тернопільська	0,000531	0,025	0,333333	0	0
Харківська	0,001451	0,142857	1	0	0
Херсонська	0,000695	0,1	1	1	0
Хмельницька	0,000982	0,111111	0,5	0	0
Черкаська	0,000865	0,045455	0,5	1	0
Чернівецька	0,000985	0,111111	1	0	0
Чернігівська	0,001267	0,083333	0,5	0	0

Що стосується більшої конкретизації цілі, тобто безпосередньо об'єкту нападу, то враховуючи, що у роботі розглядаються об'єкти інфраструктури, так як у статистиці терористичних актів на території України 96% було скоєно на установи та об'єкти інфраструктури, пропонується розглянути такі категорії об'єктів, що представлені у таблиці 2.20.

Таблиця 2.20 – Цільові групи

Тип цільової групи	Об'єкти
Воєнні об'єкти	Воєнні бази, склади
Установи державної влади	Установи державної влади, поліція
Приватна власність та місця загального користування	Малі підприємства, недержавні офіси, торгові центри, ресторани, театри, стадіони, житлові будівлі, медичні центри, учбові заклади
Бізнес-центри	Банки, готелі, казино, медіа центри, великі підприємства
Транспорт	Метро, вокзали

Формат такої таблиці 2.20 зустрічається у [23], але поділ на групи було визначено на основі особливостей України. Так деякі цільові групи не були

виділені, бо за весь період спостережень була незначна кількість випадків до відповідної групи об'єктів, а саме до комунальних об'єктів, телекомунікацій і подібне. Відповідна діаграма для зображення співвідношення типів цільових об'єктів приведена на рисунку 2.3.



Рисунок 2.3 – Співвідношення атакованих об'єктів за типами

За аналогічною статистикою було обрано і критичні категорії об'єктів для визначення привабливості території у таблиці 2.6. Також окрім самих цільових груп, було скореговано об'єкти, які відносяться до певної категорії. Так у категорію бізнесу не були включені хмарочоси, адже в Україні відповідно до європейських стандартів є лише два хмарочоси, якими є житлова будівля та торговий центр [24,25]. Але дані об'єкти є характерними для типового великого міста в Україні або хоча б обласного центру, але не для маленьких регіональних міст і тим паче сільських населених пунктів, тому у подальшому при розгляданні населених пунктів категорій 1-2 маються на увазі певні об'єкти, що можуть представляти дану цільову категорію.

Тероризм в урбаністичній та сільській місцевості завжди дуже відрізнялися. Ті ж самі терористи/терористичні групи можуть діяти в обох типах населених

пунктів з використанням різних методів. Ключова різниця у фізичному оточенні у містах та селах. У місті завжди велике скупчення людей та правоохоронні органи як правило неподалік, тому міські терористи пересуваються таємно, наносять удар швидко та потім знову ховаються. Якщо напад добре скерований, то навіть поодинокий випадок, спричинений терористом/терористичною групою у великому місті може стати одразу відомим широкому загалу. У сільській місцевості більше місця та свободи для терориста/терористичної групи [26]. Удар може бути нанесено на більшу місцевість, але тут постає дилема: у випадку атакування сільської місцевості, може бути атаковано більше об'єктів з використанням меншої кількості тієї чи іншої зброї, яка є в арсеналі терориста, але ушкоджень буде нанесено у рази менше і справа викличе менший резонанс у загалу. У той самий час у місті нанести пошкодження цілі у рази важче, але у разі успіху, більшість цілей терориста будуть задоволені.

Стосовно регіональної статистики, то більшість атак мали на меті воєнні об'єкти, адже якщо розглядати сільську місцевість, то хоча атаку буде не важко здійснити у даній місцевості на певні об'єкти приватної власності чи банку, вони не приведуть до масштабних збитків, але терористу все одно необхідно буде витратити ресурси та піти на ризик бути розкритим. Таким чином найбільш ймовірними цілями для нападу є воєнні бази чи склади, а також ПНО, з яких враховуючи вразливість є мости та дороги. Такий висновок підтримується також і тим фактом, що в Україні зустрічається ультралівий тероризм, тобто той, що має меті досягнення політичної чи економічної цілі через насилля, а не стандартний процес, коли у той самий час, наприклад, релігійний тероризм зовсім не характерний для України, що підтверджує і статистика атак по видам цільових об'єктів на рисунку 2.3 [27,28].

Окрім того, так як наведені типи розглядаємої інфраструктури представлені однотипними об'єктами, ймовірність атаки на дані об'єкти одного типу будуть еквівалентні та визначатимуться за статистикою вибору даного типу

інфраструктури на даній місцевості, тобто для населених пунктів категорій 1-2, яка наведена у таблиці 2.21 та кількістю даних об'єктів у населеному пункті.

Таблиця 2.21 – Ймовірність вибору цільової групи для категорій 1-2

Тип цільової групи	Ймовірність вибору об'єкта із даної цільової групи
Воєнні об'єкти	0,5
Установи державної влади (сільська рада, місцевий відділ поліції)	0,04
Приватна власність та місця загального користування (клуб, бібліотека)	0,21
Бізнес (ферма, мале підприємство)	0,2
Транспорт (з/д станція)	0,05

На відміну від пунктів категорій 1-2, у більших населених пунктах областей, тобто категорій 3-5 та обласних центрах категорії 6 інфраструктура представлена більш повно і таким чином об'єкти одного типу не можуть бути описані в загальному еквівалентно. Окрім того статистика не є дуже повною і може лише використовуватися для визначення ймовірності вибору типу цільової групи, але не конкретного об'єкта з цієї групи. Ймовірність вибору цільової групи описано у таблиці 2.22.

Таблиця 2.22 – Ймовірність вибору цільової групи для категорій 3-6

Тип цільової групи	Ймовірність вибору об'єкта із даної цільової групи у кат. 3-5	Ймовірність вибору об'єкта із даної цільової групи в обласних центрах
Воєнні об'єкти	0,29	0,07
Установи державної влади	0,065	0,1
Приватна власність та місця загального користування	0,32	0,3

Продовження таблиці 2.22

Бізнес-центри	0,26	0,39
Транспорт	0,065	0,14

Таким чином із таблиці 2.22 помітно воєнні об'єкти не є основною ціллю терориста для більших населених пунктів, що пояснюється тим, що простіше діяти у місцях, де буде менше негативних для терориста факторів, таких як свідків, великої кількості поліції і крім того, найбільші воєнні бази та склади розташовують подалі від великих міст та скупчень людей. Натомість на перший план виходять такі цілі, як приватна власність та місця загального користування, бізнес-центри та транспорт.

Саме об'єкти даних категорій сильно варіюються за своїми параметрами, які впливають на вибір цілі терористом. Таким чином для більшої конкретизації об'єкта у межах даних категорії пропонуються такі критерії:

- а) середня кількість відвідувачів об'єкту у годину, так як у статистиці терористичних актів України зустрічаються лише короткотривалі напади без облав чи утримання заручників, крім того дана інформація буде впливати на очікувані втрати;
- б) економічна роль об'єкта для даного населеного пункту.

Для приватної власності та місць загального користування та транспорту рішучим є перший критерій, адже у разі того, що терорист має економічну ціль, він би обирав одразу об'єкт із цільової групи бізнес-центр, де для об'єктів рішучим є другий фактор. Крім того, у разі приватної власності та транспорту економічна оцінка пропорційна середній кількості відвідувачів.

Що стосується категорій державних установ та воєнних об'єктів, то вони мають однакову вагу і не потребують конкретизації, а отже можуть описуватися еквівалентними ймовірностями, тобто відношення до кількості об'єктів даної категорії. Так як у містах категорій 3-6 в основному знаходиться по одній військовій частині, а основною установою державної влади є міська адміністрація

відповідно до офіційних сайтів міських рад, то ймовірність вибору цільового об'єкта еквівалентна ймовірності вибору цільової групи із таблиці 2.22 [29-32]. Окремого підходу потребують лише держані установи м. Києва, так як вони мають різну політичну вагу і відіграють політичну роль у державі і перманентно перебувають у ризику терористичного акту.

Залежність ймовірності вибору від середньої кількості відвідувачів має мати такі характеристики:

$$\begin{cases} \bar{k} \rightarrow \infty, P(\text{атаки}) \rightarrow 1 \\ \bar{k} \rightarrow 0, P(\text{атаки}) \rightarrow 0 \end{cases} \quad (2.17)$$

де \bar{k} – середня кількість відвідувачів.

Враховуючи вигляд (2.17) для описання даної залежності пропонується використовувати формулу (2.18).

$$P(\text{атаки}) = 1 - e^{-\alpha \bar{k}} \quad (2.18)$$

де \bar{k} - середня кількість відвідувачів, α – коефіцієнт нормування.

Так як вибір цілі атаки проводиться відносно інших об'єктів візьмемо за правий граничний випадок не бескінечність, а максимальне значення середньої кількості відвідувачів у даній цільовій групі. Численно з точністю до 10^{-21} (2.17) буде виконуватися для $\alpha \bar{k}_{max} = 50$. Тоді отримуємо $\alpha = \frac{50}{\bar{k}_{max}}$ і (2.18) переходить в (2.19).

$$P(\text{атаки на об'єкт}) = 1 - \exp\left(-\frac{50\bar{k}}{\bar{k}_{max}}\right) \quad (2.19)$$

Під економічною роллю об'єкта у даному населеному пункті будемо розуміти відношення річного грошового оббігу або реалізованої продукції установи до загального річного грошового оббігу або реалізованої продукції у даному населеному пункті, тобто за формулою (2.20).

$$P(\text{атаки на об'єкт}) = \frac{YV_{B/E}}{YV_{City}} \quad (2.20)$$

де $YV_{B/E}$ – річний грошовий оббіг банку або реалізована продукція підприємства у тис. грн., YV_{City} – річний грошовий оббіг або реалізована продукція у даному населеному пункті.

Висновки до розділу 2

У розділі 2 було проведено основну роботу по оцінці рівня загрози та його ролі, як складової ризику терористичного нападу на певний об'єкт. По його завершенню було виконано такі завдання:

- а) визначено критерії, які впливають на вибір терористом цілі нападу на території України;
- б) побудовано та обгрунтовано математичну модель для даної задачі;
- в) визначено основні функціональні залежності між параметрам цілі та рівнем загрози;
- г) визначено значення критеріїв для кожної з категорій та груп можливих цілей;
- д) визначено на основі статистики ваги для проміжних критеріїв;
- е) визначено оцінку кінцевого рівня загрози.

РОЗДІЛ 3 ОПИС ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ

3.1 Структура, вигляд та функції програмного продукту

Перед тим, як розпочати роботу над програмним додатком було сформульовано вимоги до нього, які визначатимуть основні функції продукту та дані необхідні для проведення потрібних користувачу розрахунків:

- а) можливість визначення категорії цікавлячих об'єктів;
- б) визначення вагових коефіцієнтів критеріїв;
- в) можливість підгрузки даних з MySQL Server;
- г) визначення значення загрози для категорій об'єктів відповідної ступіні конкретизації;
- д) визначення графічної характеристики залежності рівня загрози від вагових критеріїв;
- е) можливість визначення текстового файлу зі значеннями ризику для об'єктів в залежності від вразливості об'єкта;
- ж) визначення рівня загрози для групи об'єктів ризику в залежності від визначених стратегій безпеки.

Програмний продукт було написано на мові програмування C# з використанням середовища розробки Visual Studio 2015 з інтерфейсом забезпеченим технологією Windows Presentation Foundation і реалізованим підключенням до Oracle MySQL Server. Головне вікно програми після її запуску зображено на рисунку 3.1.

На формі на рисунку 3.1 присутні кнопка вибору основної категорії розгляду з різною ступінню конкретизації, а саме чи місто, чи область, випадаючий список об'єктів цієї категорії на території України, поля для вводу вагів критеріїв для даних об'єктів визначених у підрозділі 2.1, а також визначено поле, де буде вираховано значення загрози. Також на формі представлено кнопки

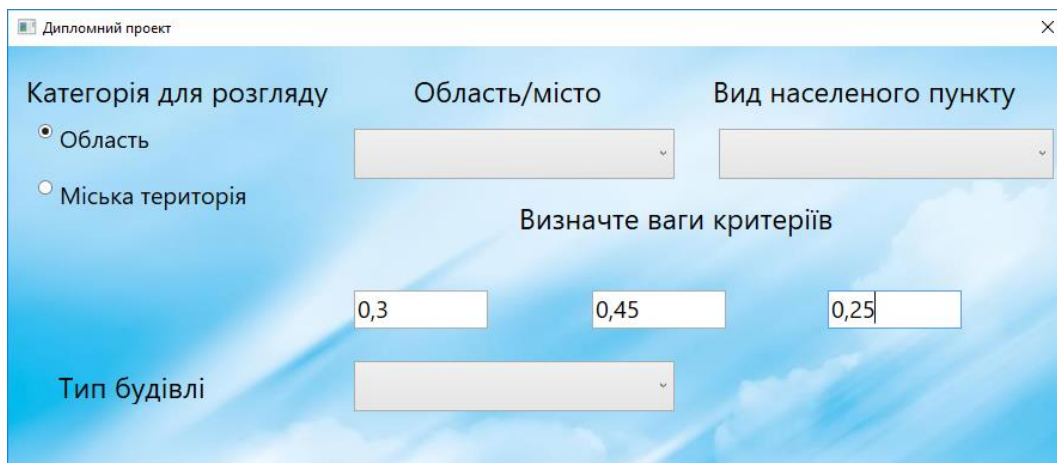
для побудови графіку залежності рівня загрози від вагів та кнопка для визначення загрози для групи об'єктів нападу для різних стратегій захисту. Розглянемо докладніше інтерактивність цих елементів.

The screenshot shows a software window titled "Дипломний проект" (Diploma Project). The interface is set against a blue sky background. It contains the following elements:

- Категорія для розгляду** (Category for review): Two radio buttons, "Область" (Region) and "Міська територія" (Urban territory).
- Область/місто** (Region/City): A text input field with a dropdown arrow.
- Визначте ваги критеріїв** (Specify criteria weights): Three text input fields labeled "Weight1", "Weight2", and "Weight3".
- Підтвердити** (Confirm): A button.
- Загроза** (Threat): A text input field.
- НД-альтернативи** (ND-alternatives): A button.
- Визначити стратегії** (Specify strategies): A button.
- Побудувати графік** (Build graph): A button.

Рисунок 3.1 – Вигляд основної форми після запуску

Дані до списку областей чи міст України підгружаються після вибору основної категорії з відповідної бази даних. Ваги вводяться у форми так, що дробну частину відділяє кома. Після визначення основної категорії можна конкретизувати об'єкт, визначивши вид населеного пункту по кількості населення відповідно до категорій, визначених у підрозділі 2.3 та тип будівлі для області та тип будівля для міста, як показано на рисунку 3.2 та 3.3 відповідно.



Дипломний проект

Категорія для розгляду

☒ Область

☐ Міська територія

Область/місто

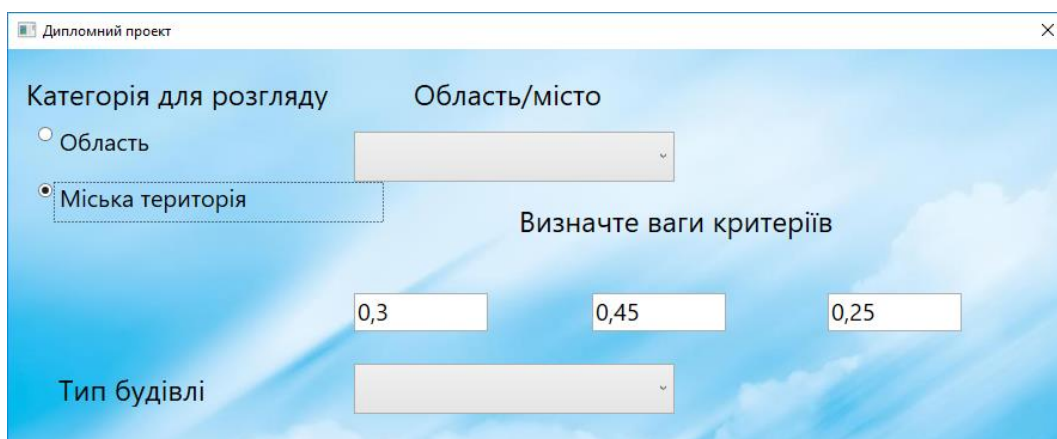
Вид населеного пункту

Визначте ваги критеріїв

0,3 0,45 0,25

Тип будівлі

Рисунок 3.2 – Частина форми з полями для області



Дипломний проект

Категорія для розгляду

☐ Область

☒ Міська територія

Область/місто

Вид населеного пункту

Визначте ваги критеріїв

0,3 0,45 0,25

Тип будівлі

Рисунок 3.3 – Частина форми з полями для міста

Після вибору конкретного об'єкта з категорій користувач визначає степінь конкретизації об'єкта. Так, наприклад, вибрав об'єкт зі списку областей та натиснувши кнопку про підтвердження, загроза буде порахована для області, якщо ще й обрано вид населеного пункту, то – для даного виду населеного пункту в даній області. На рисунку 3.4 показано рівень загрози для міста з кількістю жителів від 50 000 до 100 000 у Житомирській області, а на рисунку 3.5 для установи державної влади у даному місті.

Дипломний проект

Категорія для розгляду

☒ Область

☐ Міська територія

Область/місто: Житомирська

Вид населеного пункту: 50K-100K жителів

Визначте ваги критеріїв

0,3 0,45 0,25

Тип будівлі

Підтвердити

0,0235963143514037

Рисунок 3.4 – Частина форми з результатом для міста 3 категорії у Житомирській області

Дипломний проект

Категорія для розгляду

☒ Область

☐ Міська територія

Область/місто: Житомирська

Вид населеного пункту: Установа державної влади

Визначте ваги критеріїв

0,3 0,45 0,25

Тип будівлі: Установа державної влади

Підтвердити

0,00153376043284124

Рисунок 3.5 – Частина форми з результатом для будівлі у місті 3 категорії у Житомирській області

Окрім того відповідно до пояснень у підрозділі 2.3 для міст обласних центрів та з кількістю жителів більше 50 000 відбувається конкретизація об'єктів за параметрами кількості відвідувачів або грошового оббігу/реалізованої продукції у тисячах гривень, що і показано на рисунку 3.6.

Рисунок 3.6 – Частина форми з результатом для транспорту у Запоріжжі

Відповідна програмна реалізація складається з класів, кожен з яких має своє призначення. Найпростіші класи – це класи, що відповідають формам MainWindow, Graphic та Strategy. Дані класи містять опрацьовувачі відповідних подій, як натиснення на кнопки на формі чи вибір категорій з об'єкту ListView або вибір основного типу об'єкту як область чи обласний центр, що представлені RadioButton.

Додатковими класами є клас Model, що відповідає за взаємодію з базою даних чи з Windows Explorer, тобто сторонніми ресурсами. А також статичні класи, де відбувається розрахунок ймовірностей вибору стратегій за симплекс-методом та визначення рівня загрози.

Висновки до розділу 3

У розділі 3 було спроектовано та створено програмний продукт, який вираховує рівень терористичної загрози для цікавлячого користувача об'єкту та відповідає поставленим вимогам. По закінченню третього розділу було досягнуто:

- Створено об'єктно-орієнтовану модель проекту програмного продукту;
- Створено клас для роботи з базою даних;
- Створено статичний клас для роботи алгоритму;
- Закінчено роботу з класами-формами та створено зрозумілий та дружній інтерфейс;
- Реалізовано роботу з файловою системою;
- Відлажено усі помилки програми;
- Закінчено коректно працюючий та відповідаючий усім вище поставленим вимогам програмний продукт.

РОЗДІЛ 4 РЕАЛІЗАЦІЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ

4.1 Опис ідеї та технологічний аудит стартап-проекту

У даному розділі описано економічне обґрунтування реалізації стартап-проекту на тему «Створення системи визначення рівня терористичної загрози для об'єктів на території України». Основні ідеї розділу описані у таблицях 4.1 – 4.23

Таблиця 4.1 – Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Ідея полягає у тому, щоб створити систему, завдяки якій можливо оцінити рівень загрози для конкретного об'єкта господарства.	1. Системи національної, регіональної та місцевої безпеки	Користувачу необхідно лише буде завантажити найбільш точні дані, які є у наявності структур безпеки в БД та отримати результат.
	2. Страхування від терористичних загроз	В користувача буде можливість підключати модулі або просто застосувати відомості про вразливість об'єкта страхування та визначити загальне значення ризику для визначення інформації по страхуванню

Аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї порівняно із пропозиціями конкурентів передбачає:

- а) визначення переліку техніко-економічних властивостей та характеристик ідеї;
- б) визначення попереднього кола конкурентів (проектів-конкурентів) або товарів-замінників чи товарів-аналогів, що вже існують на ринку, та проводиться збір інформації щодо значень техніко-економічних показників

для ідеї власного проекту та проектів-конкурентів відповідно до визначеного вище переліку;

- в) проводиться порівняльний аналіз показників: для власної ідеї визначаються показники, що мають а) гірші значення (W, слабкі); б) аналогічні (N, нейтральні) значення; в) кращі значення (S, сильні).

Таблиця 4.2 – Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

Техніко- економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів				W слабка сторона	N нейтра- льна сторона	S сильна сторона
	Мій проект	Конку- рент 1	Конку- рент 2	Конку- рент 3			
Форма виконання	Про- грама	Про- грама	Веб- дода- ток	Про- грама			+
Собівар- тість	Ни- зка	Ви- сока	Ни- зка	Ви- сока			+
Наявність адміністра- тора для налаштуван ня	Треба	Не треба, дистан ційно	Треба	Треба		+	
Наявність інтернету	Не треба	Необхі дно	Не треба	Не треба			+
Крос- платформенність	Ні	Так	Так	Ні	+		

Визначений перелік слабких, сильних та нейтральних характеристик та властивостей ідеї потенційного товару є підґрунтям для формування його конкурентоспроможності.

В межах даного підрозділу необхідно провести аудит технології, за допомогою якої можна реалізувати ідею проекту (технології створення товару).

Визначення технологічної здійсненності ідеї проекту передбачає аналіз таких складових:

- а) за якою технологією буде виготовлено товар згідно ідеї проекту?
- б) чи існують такі технології, чи їх потрібно розробити/доробити?
- в) чи доступні такі технології авторам проекту?

Таблиця 4.3 – Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1.	Система для визначення терористичної загрози	З використанням локальної БД	Наявна	Безкоштовна, потребує більше потужностей
2.		З використанням хмарних технологій	Наявна	Платна, не потребує високої потужності
Обрана технологія реалізації ідеї проекту: для створення системи визначення терористичної загрози обрана система з викоистанням локальної БД, яка є безкоштовною тазоча й потребує більше обчислювальних потужностей, це не є критично для розглянутих об'ємів даних.				

4.2 Аналіз ринкових можливостей

Визначення ринкових можливостей, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкових загроз, які можуть перешкодити реалізації проекту, дозволяє спланувати напрями розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів-конкурентів.

Спочатку проводимо аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку.

Таблиця 4.4 – Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	2
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	25000 грн./ум.од
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає/спадає/стагнує
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Немає
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Немає
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	$R = (3000000 * 100) / (1000000 * 12) = 25\%$

Рентабельність — поняття, що характеризує економічну ефективність виробництва, за якої за рахунок грошової виручки від реалізації продукції (робіт, послуг) повністю відшкодовує витрати на її виробництво й одержується прибуток як головне джерело розширеного відтворення.

Суть одного із найважливіших методів оцінки економічної ефективності інвестицій полягає у розрахунку їх середньої рентабельності за формулою (4.1)

$$R = \frac{P}{(1+n)} \times 100 \quad (4.1)$$

де Р - прибуток за час експлуатації проекту; n - час експлуатації проекту.

Таблиця 4.5 – Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
Необхідно програмне забезпечення для визначення рівня терористичної загрози	Потенційними цільовими групами є органи національної, регіональної безпеки, міністерство внутрішніх справ, страхові компанії	Цільова група займається визначенням потенційної загрози з боку терористів	Рішення має бути як умога точним та враховувати побільше залежностей

Після визначення потенційних груп клієнтів проводиться аналіз ринкового середовища: складаються таблиці факторів, що сприяють ринковому впровадженню проекту, та факторів, що йому перешкоджають.

Ринкові загрози - події, настання яких може несприятливо вплинути на підприємство.

Таблиця 4.6 – Фактори загроз та можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1.	Конкуренція	Вихід на ринок великої компанії	а) Вихід з ринку б) Запропонувати великій компанії поглинути себе в) Передбачити додаткові переваги власного ПЗ для того, щоб повідомити про них саме після виходу міжнародної компанії на ринок
2.	Зміна потреб користувачів	Необхідне програмне забезпечення з розширеним функціоналом	Передбачити можливість додавання нового функціоналу до створюваного ПЗ

Продовження таблиці 4.6

Фактори можливостей			
№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1.	Зростання інтересу держави до проблематики	Зростанням держфінансування	Запропонувати свої послуги дослідницьким центрам, щоб залишитися головною компанією у сфері і засосувати нові підходи
2.	Зниження довіри до конкурента 1	У ПЗ конкурента №1 нещодавно була знайдена велика неповнота, завдяки якій усі підрахунки за страхуванням виявилися ризикованими	При виході на ринок звертати увагу покупців на повноту моделі визначення терористичної загрози

Надалі проводиться аналіз пропозиції: визначаються загальні риси конкуренції на ринку у таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1. Вказати тип конкуренції - досконала	Існує 3 фірми-конкурентки на ринку	Врахувати ціни конкурентних компаній на початкових етапах створення бізнесу, реклама (вказати на конкретні переваги перед конкурентами)
2. За рівнем конкурентної боротьби - національний	дві – з України	Збільшити точність моделі, щоб мати перевагу перед конкурентами

Продовження таблиці 4.7

3. За галузевою ознакою - внутрішньогалузева	Конкуренти мають ПЗ, яке використовується лише всередині даної галузі	Створити основу ПЗ таким чином, щоб можна було легко переробити дане ПЗ для використання у інших галузях(для інших країн)
4. Конкуренція за видами товарів: - товарно-видова	Види товарів є однаковими, а саме – програмне забезпечення	Створити ПЗ, враховуючи недоліки конкурентів
5. За характером конкурентних переваг нецінова	Вдосконалення технології створення ПЗ, щоб собівартість була нижчою	Використання менш дорогих технологій для розробки, ніж використовують конкуренти
6. За інтенсивністю не марочна	Бренди відсутні	—

Після аналізу конкуренції проводиться більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі. М. Портер вирізняє п'ять основних факторів, що впливають на привабливість вибору ринку з огляду на характер конкуренції.

Характеристики факторів моделі відрізняються для різних галузей та змінюються із часом. Сила кожного фактору є функцією від структури галузі та її техніко-економічних характеристик.

На основі аналізу складових моделі 5 сил М. Портера розробляється перелік факторів конкурентоспроможності для певного ринку приведений у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 – Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Поста-чальники	Клієнти	Товари-замінники
Складові аналізу	Навести перелік прямих конкурентів	Визначити бар'єри входження в ринок	Визначити фактори сили постачальників	Визначити фактори сили споживачів	Фактори загроз з боку замінників
Висновок	Існує 2 конкуренти на ринку. Найбільш схожим за виконанням є конкурент 1, так як його рішення також представлене у вигляді програми.	Так, можливості для входу на ринок є, бо дане рішення має більшу точність моделі та не потребує високих обчислювальних потужностей для роботи.	Постачальники відсутні.	Важливим для користувача є точність роботи ПЗ та повнота моделі.	Товари-замінники можуть використати більш точну модель, що переважатиме запропоновану.

За результатами аналізу таблиці робиться висновок про принципової можливості роботи на ринку у даній конкурентній ситуації, а також робиться висновок щодо характеристик (сильних сторін), які повинен мати проект, щоб бути конкурентоспроможним на ринку.

На основі аналізу конкуренції, проведеного в таблиці 4.8, а також із урахуванням характеристик ідеї проекту, вимог споживачів та факторів маркетингового середовища визначається та обґрунтовується перелік факторів конкурентоспроможності. Аналіз оформлюється в таблицю 4.9.

Таблиця 4.9 – Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1.	Виконання ПЗ за допомогою локальної БД	Це рішення дозволяє не хвилюватися про безпеку та організацію коастера чи налаштування хмари
2.	Простота інтерфейсу користувача	Користувач має лише задати ваги і запустити програму на виконання.

Фінальним етапом ринкового аналізу можливостей впровадження проекту є складання SWOT-аналізу (матриці аналізу сильних (Strength) та слабких (Weak) сторін, загроз (Troubles) та можливостей (Opportunities) на основі виділених ринкових загроз та можливостей, та сильних і слабких сторін.

Таблиця 4.10 – Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін проекту

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з нашим підприємством						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Виконання ПЗ за допомогою локальної БД	15			+				
2	Простота інтерфейсу користувача	20	+						

Перелік ринкових загроз та ринкових можливостей складається на основі аналізу факторів загроз та факторів можливостей маркетингового середовища. Ринкові загрози та ринкові можливості є наслідками (прогнозованими результатами) впливу факторів, і, на відміну від них, ще не є реалізованими на ринку та мають певну ймовірність здійснення. Наприклад: зниження доходів потенційних споживачів або залучення іноземних продуктів – фактор загрози, на основі якого можна зробити прогноз щодо посилення значущості цінового фактору при виборі товару та відповідно, – цінової конкуренції (а це вже – ринкова загроза).

Ринкові можливості - це сприятливі обставини, які підприємство може використовувати для отримання переваг. Слід зазначити, що можливостями з погляду SWOT-аналізу є не всі можливості, які існують на ринку, а тільки ті, які можна використовувати.

Таблиця 4.11 – SWOT-аналіз стартап-проекту

Сильні сторони: простий інтерфейс користувача, виконання ПЗ у вигляді програми	Слабкі сторони: працює тільки під системою Windows
Можливості: у конкурента 1 виявлена проблема із безпекою ПЗ, додаткове держфінансування для досліджень у підприємствах, які є потенційними покупцями	Загрози: конкуренція, посилення потреб користувачів

На основі SWOT-аналізу розробляються альтернативи ринкової поведінки (перелік заходів) для виведення стартап-проекту на ринок та орієнтовний оптимальний час їх ринкової реалізації з огляду на потенційні проекти конкурентів, що можуть бути виведені на ринок. Визначені альтернативи аналізуються з точки зору строків та ймовірності отримання ресурсів.

Таблиця 4.12 – Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
Створення програми без сторонніх ресурсів з точністю 60%	85%	6 місяців
Створення програми з залученням сторонніх ресурсів з точністю 70%	25%	8 місяців

З означених альтернатив обирається та, для якої отримання ресурсів є більш простим та ймовірним та строки реалізації – більш стислими. Тому обираємо альтернативу 1.

4.3 Розробка ринкової стратегії продукту

Таблиця 4.13 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
Державні органи безпеки	Вартість ПЗ є важливою, що у даному випадку є найголовнішою перевагою	Врахування терористичних загроз є однією з основних функцій даних організацій	Існує 2 конкуренти, які надають схожі, але менш точні чи дорожчі рішення.	У сегмент увійти не просто, бо у державних структурах є сильна бюрократія, а також потрібно заручитися довірою до ПЗ
Страхові компанії	Точність та повнота моделі є найбільш важливою для даного сегменту, що й забезпечує даний продукт	Послуги зі страхування від терористичних атак є необхідними для великих страхових компаній як частина дорогих послуг		Маючи перевагу у зручності інтерфесу та точності моделі є можливість вийти на ринок

За результатами аналізу потенційних груп споживачів (сегментів) автори ідеї обирають цільові групи, для яких вони пропонуватимуть свій товар, та визначають стратегію охоплення ринку.

Для роботи в обраних сегментах ринку необхідно сформувати базову стратегію розвитку. За М. Портером, існують три базові стратегії розвитку, що відрізняються за ступенем охоплення цільового ринку та типом конкурентної переваги, що має бути реалізована на ринку (за витратами або визначними якостями товару).

Стратегія лідерства по витратах передбачає, що компанія за рахунок чинників внутрішнього і/або зовнішнього середовища може забезпечити більшу, ніж у конкурентів маржу між собівартістю товару і середньоринковою ціною (або ж ціною головного конкурента).

Стратегія диференціації передбачає надання товару важливих з точки зору споживача відмінних властивостей, які роблять товар відмінним від товарів конкурентів. Така відмінність може базуватися на об'єктивних або суб'єктивних, відчутних і невідчутних властивостях товару (у ширшому розумінні – комплексі маркетингу), бути реальною або уявною. Інструментом реалізації стратегії диференціації є ринкове позиціонування.

Стратегія спеціалізації передбачає концентрацію на потребах одного цільового сегменту, без прагнення охопити увесь ринок. Мета тут полягає в задоволенні потреб вибраного цільового сегменту краще, ніж конкуренти. Така стратегія може спиратися як на диференціацію, так і на лідерство по витратах, або і на те, і на інше, але тільки у рамках цільового сегменту. Проте низька ринкова доля у разі невдалої реалізації стратегії може істотно підірвати конкурентоспроможність компанії.

Таблиця 4.14 – Визначення базової стратегії розвитку

Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
Створення програми з використанням локальної БД	Ринкове позиціонування	Простота інтерфейсу, точність моделі, локальність	Диференціації

Наступним кроком є вибір стратегії конкурентної поведінки.

Стратегія лідера. Залежно від міри сформованості товарного(галузевого) ринку, характеру конкурентної боротьби компанії-лідери обирають одну з трьох стратегій: розширення первинного попиту, оборонну або наступальну стратегію або ж застосувати демаркетинг або диверсифікацію.

Стратегія розширення первинного попиту доцільна у разі, якщо фірмі-лідерові недоцільно розмінюватися на боротьбу з невеликими конкурентами, вона може отримати велику економічну віддачу від розширення первинного рівня попиту. В цьому випадку компанія займається реалізацією заходів по формуванню попиту(навчанню споживачів користуванню товаром, формування регулярного попиту, збільшення разового споживання), також пропаганду нових напрямів застосувань існуючих товарів, виявлень нових груп споживачів.

Наступальна стратегія припускає збільшення своєї частки ринку. При цьому переслідувана мета полягає в подальшому підвищенні прибутковості роботи компанії на ринку за рахунок максимального використання ефекту масштабу.

Стратегія виклику лідера. Стратегію виклику лідерові найчастіше вибирають компанії, які є другими, третіми на ринку, але бажають стати лідером

ринку. Теоретично, ці компанії можуть прийняти два стратегічні рішення: атакувати лідера у боротьбі за частку ринку або ж йти за лідером.

Стратегія наслідування лідеру. Компанії, що приймають слідування за лідером – це підприємства з невеликою часткою ринку, які вибирають адаптивну лінію поведінки на ринку, усвідомлюють своє місце на ньому. Головна перевага такої стратегії – економія фінансових ресурсів, пов'язаних з необхідністю розширення товарного(галузевого) ринку, постійними інноваціями, витратами на утримання домінуючого положення.

Стратегія заняття конкурентної ніші. При прийнятті стратегії зайняття конкурентної ніші (інші назви – стратегія фахівця або нішера) компанія в якості цільового ринку вибирає один або декілька ринкових сегментів. Головна особливість – малий розмір сегментів/сегменту. Ця конкурентна стратегія являється похідною від такої базової стратегії компанії, як концентрація. Головне завдання для компаній, що вибирають стратегію нішера або фахівця, – це постійна турбота про підтримку і розвиток своєї конкурентної переваги, формування лояльності і прихильності споживачів, підтримка вхідних бар'єрів.

Таблиця 4.15 – Визначення стратегії позиціонування

Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
Простота інтерфейсу, точність	Диференціації	Простота користувацького інтерфейсу, що дозволяє приховати рівень взаємодії з базою, точність моделі	Точність, простота, безпека

4.4 Розробка маркетингової програми

Таблиця 4.16 – Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1.	Точність результатів	ПЗ працює на повній та багатокритеріальній моделі	Переваги у точності
2.	Спрощення інтерфейсу користувача	Простота роботи з ПЗ	Користувачам не потрібно замислюватись над тим, як саме працювати з базою. Лише необхідно надати цікавлячі дані, та запустити програму.
3.	Локальність	Простота налаштувань	Немає необхідності у додаткових ресурсах

Надалі розробляється трирівнева маркетингова модель товару: уточнюється ідея продукту та/або послуги, його фізичні складові, особливості процесу його надання.

Перший рівень. При формуванні задуму товару вирішується питання щодо того, засобом вирішення якої потреби і / або проблеми буде даний товар, яка його основна вигода. Дане питання безпосередньо пов'язаний з формуванням технічного завдання в процесі розробки конструкторської документації на виріб.

Другий рівень. Цей рівень являє рішення того, як буде реалізований товар в реальному/ включає в себе якість, властивості, дизайн, упаковку, ціну.

Третій рівень. Товар з підкріпленням (супроводом) - додаткові послуги та переваги для споживача, що створюються на основі товару за задумом і товару в реальному виконанні (гарантії якості, доставка, умови оплати та ін).

Таблиця 4.17 – Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
I. Товар за задумом	Об'єкт допомагає визначити рівень терористичної загрози для певного об'єкту господарства. Користувач має лише надати дані, для яких проводити розрахунок та запустити програму.		
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх /Тл/Е/Ор
	Простота інтерфейсу користувача Точність роботи Безпека	-	-
	Якість: згідно до стандарту ISO 4444 буде проведено тестування		
	Маркування відсутнє.		
	Моя компанія. «Безпека з розумом»		
III. Товар із підкріпленням	Пробна безкоштовна версія для підрахунків для одного об'єкта та безкоштовне встановлення		
	Постійна підтримка для користувачів та оновлення бази		
За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: ноу-хау.			

Після формування маркетингової моделі товару слід особливо відмітити – чим саме проект буде захищено від копіювання. Захист може бути організовано за рахунок захисту ідеї товару (захист інтелектуальної власності), або ноу-хау, чи комплексне поєднання властивостей і характеристик, закладене на другому та третьому рівнях товару.

Наступним кроком є визначення цінових меж, якими необхідно керуватись при встановленні ціни на потенційний товар (остаточне визначення ціни відбувається під час фінансово-економічного аналізу проекту), яке передбачає аналіз ціни на товари-аналоги або товари субституту, а також аналіз рівня доходів. Аналіз проводиться експертним методом.

Таблиця 4.18 – Визначення меж встановлення ціни

Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
26000	30000	500000	24000

Наступним кроком є визначення оптимальної системи збуту, в межах якого приймається рішення. Рішення про систему збуту є у таблиці 4.19.

Таблиця 4.19 – Формування системи збуту

Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
Купують ПЗ та роблять щорічні внески для оновлення бази/можливості підключення сторонніх модулів	Продаж	0(напрям), 1(через одного посередника)	Власна та через посередників

Таблиця 4.20 – Концепція маркетингових комунікацій

Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
Купівля ПЗ на прямую, а не через інтернет	Фізичні носії ПЗ	Точність, простота, безпека	Показати переваги ПЗ	Презентація з результатами роботи

4.5 Елементи фінансової підтримки стартапу та аналіз ризиків

Таблиця 4.21 – Сукупні інвестиційні витрати на реалізацію стартап-проекту

№ з/п	Стаття витрат	Сукупні витрати, тис. грн.
1.	Загальні початкові витрати	405
1.1.	Проведення пошукових та прикладних досліджень	5
1.2.	Розробка проектних матеріалів і ТЕО	20
1.3.	Робоче проектування і прив'язка проекту	10
1.4.	Витрати на придбання обладнання та устаткування та пристроїв	95
1.5.	Витрати на придбання нематеріальних активів	40
1.6.	Витрати на утримання обладнання та приміщень	35
1.7.	Витрати на передвиробничі маркетингові дослідження	50
1.8.	Витрати на створення збутової мережі	50
1.9.	Витрати на просування та рекламу	40
1.10	Оплата юридичних послуг	60
2.	Витрати на матеріальні ресурси	0

Продовження таблиці 4.21

2.1.	матеріали	0
2.3.	комплектуючі	0
3.3.	сировина	0
3.	Витрати на оплату праці команди старту	150
Разом:		555

Таблиця 4.22 – Визначення основних фінансово-економічних показників проекту

№ з/п	Стаття витрат	Сукупні витрати, тис. грн.
1.	Обсяг виробництва продукції в натуральних показниках	1
2.	Собівартість одиниці продукції, тис. грн.	555
3.	Собівартість виробництва продукції, тис. грн. ($3 = 1 \cdot 2$)	555
4.	Обсяг реалізації продукції в натуральних показниках	100
5.	Ціна реалізації продукції без ПДВ, тис. грн.	25
6.	Виручка від реалізації продукції без ПДВ, тис. грн. ($6 = 4 \cdot 5$)	2500
7.	Податок на додану вартість (ПДВ), тис. грн.	200
8.	Валовий прибуток ($8 = 6 - 3$)	1945

Продовження таблиці 4.22

9.	Податок на прибуток	350
10.	Чистий прибуток ($10 = 8 - 9$)	1595

Рентабельність продажів (або маржа прибутку) показує, скільки прибутку приносить кожна гривня з обсягу реалізації. Маржу прибутку, як правило, визначають окремо за кожним видом діяльності або за кожною групою реалізованої продукції за формулою (4.2):

$$Rs = \frac{\Pi}{B} \times 100\% \quad (4.2)$$

де Π – прибуток, B – виручка від реалізації. Отримали результат $Rs = 63.8\%$.

Період окупності проекту відображає час, який потрібен для того, щоб сума надходжень від реалізації проекту відшкодувала суму витрат на його впровадження. Період окупності звичайно вимірюється в роках або місяцях та може бути розрахований за формулою (4.3):

$$PBP = \frac{\Pi}{ACI} \quad (4.3)$$

де PBP – період окупності інвестицій, роки; Π - сума інвестиційних витрат, тис. грн.; ACI – щорічні надходження (річний чистий прибуток), тис. грн. Отримали $PBP = 0,347$ роки, тобто третина року.

Рентабельність довгострокових інвестицій – коефіцієнт повернення інвестицій, показник рентабельності вкладень. Показник може бути розрахований за формулою (4.4):

$$ROI = \frac{D-C}{\Pi} \times 100\% \quad (4.4)$$

де D – дохід (виручка від реалізації продукції), тис. грн.; C – повна собівартість, тис. грн.; Π – сума інвестиційних витрат, тис. грн. Отримали $ROI = 47\%$.

Таблиця 4.23 – Програма запобігання та реагування на ризики проекту

Ризики проекту	Заходи запобігання ризиків	Заходи реагування при виникненні ризиків
Вихід з ладу системи контролю версій	Збереження копій вихідних кодів проекту, проектної документації віддалено	Отримання копії даних з інших серверів
Звільнення члена команди	Детальна декомпозиція завдань, щоб зробити кожне з них максимально простим та незалежним. Використання систем контролю версій.	Продовження роботи без цієї людини
Збільшення собівартості через зміну ліценції MySQL	Немає	Необхідне додаткове фінансування для продовження ліценції

Висновок до розділу 4

Згідно до проведених досліджень існує можливість ринкової комерціалізації проекту. Також, варто відмітити, що існують перспективи впровадження з огляду на потенційні групи клієнтів, бар'єри входження не є високими, а проект має дві значні переваги перед конкурентами.

Проаналізувавши отримані результати, можна зробити висновок, що подальша імплементація є доцільною.

ВИСНОВКИ

В роботі було досліджено основні параметри та характеристики тероризму у світі та в Україні, вивчено загальну динаміку процесу. Було сформульовано поняття ризику терористичного акту, окреслено методи оцінки даного ризику на основі літературних джерел за цією темою.

Також було проведено збір даних з вказаних джерел та проаналізовано їх для визначення параметрів, які необхідні для оцінки загрози, як невід'ємної складової ризику.

Було сформульовано основні критерії на основі статистики та думки експертів, основні категорії об'єктів нападу, побудовано математичну модель для визначення компонентів рівня загрози та оцінки його загалом, а також підхід до визначення стратегій захисту групи об'єктів. Також було розроблено програмне забезпечення для виконання поставлених задач з розрахунку загрози, яке відповідає сформульованим вище вимогам.

В процесі виконання роботи були виконані усі поставлені задачі. Тобто:

- Було проаналізовано статистичні дані по терористичним актам в Україні та обрано експертні методи, а саме нечіткого математичного програмування для оцінки рівня загрози;
- Визначено критерії вибору цілі нападу терористом;
- Обрано необхідні категорії об'єктів, відносно яких розраховується ймовірність терористичної загрози;
- Обрано необхідні категорії об'єктів, відносно яких розраховується ймовірність терористичної загрози;
- Створено програмний продукт для розрахунку рівня загрози.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Конституція України. Закон України "Про боротьбу з тероризмом " № 638-IV від 20.03.2003 р. : прийнята на п'ятій сесії Верхов. Ради України 28 черв. 1996 р. – Київ : Велес, 2005. – 180 с. – (Серія видань "Офіційний документ").
2. Global Terrorism database [Електронний ресурс] // START – Режим доступу до ресурсу: <https://www.start.umd.edu/gtd/>.
3. Вишняков Я. Д. Общая теория рисков / Я. Д. Вишняков, Н. Н. Радаев. – М: Академия, 2008. – 368 с.
4. Литовских А. М. Финансовый менеджмент/ А. М. Литовских. – Таганрог: Вид-во ТРТУ, 2008. – 238 с.
5. Гранатуров В. М. Экономический риск: сущность, методы измерения, пути снижения/ В. М. Гранатуров. – М: Дело и сервис, 2010. – 208 с.
6. H.Willis. Estimating Terrorism Risk / H.Willis, A. Morral, T. Kelly. // RAND Corporation. – 2005. – no. 7. – pp.87-94.
7. Bolduc D. Development of an Algorithm for Calculating the 'Risk' of Terrorist-CBRN / David Bolduc. // Bioterrorism & Biodefense. – 2012. – no. 13. – pp. 1-11.
8. Орлов А. И. Подходы к общей теории риска / А. И. Орлов, О. В. Пугач. – М : Моск. гос-ный техн. ун-т им. Н.Э. Баумана, 2005. – 82 с.
9. Орлов А. И. Задачи оптимизации и нечеткие переменные / А. И. Орлов. – М.: Знание, 1980. – 64 с.
10. Орлов А. И. Теория принятия решений / А. И. Орлов. – М.: Экзамен, 2006. – 573 с.
11. Орлов А.И. Эконометрика/А.И. Орлов. – М.: Экзамен, 2004. – 576 с.
12. Snehanshu S. Future Terrorist Attack Prediction using Machine Learning Techniques / Saha Snehanshu. // ResearchGate. – 2017. – no. 14. – pp. 2-6.

13. Густота населення України [Електронний ресурс]. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%83%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%82%D0%B0_%D0%BD%D0%B0%D1%81%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8.

14. Міста України (за населенням) [Електронний ресурс]. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/refDHF%D10D20%D0%9C%D1%96%D1G3A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8_\(%D0%B7%D0%B0_%D0%BD%D0%B0%D1%81%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%D0%BC\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/refDHF%D10D20%D0%9C%D1%96%D1G3A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8_(%D0%B7%D0%B0_%D0%BD%D0%B0%D1%81%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%D0%BC)).

15. Ілляшенко І. О. Потенційно небезпечні об'єкти як джерела екологічної небезпеки / І. О. Ілляшенко. // Ефективна економіка. – 2012. – №12. – С.17-21.

16. Державний реєстр потенційно небезпечних об'єктів [Електронний ресурс] // Державна архівна служба України. Департамент страхового фонду документації – Режим доступу до ресурсу: <http://sfd.archives.gov.ua/page4.html>.

17. Транспортна галузь України [Електронний ресурс]. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: http://mtu.gov.ua/files/Ukraine_Transport_Sector_UA_brochure.pdf.

18. Міноборони формує понад 16 нових військових частин [Електронний ресурс]. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <http://iPress.ua>.

19. Справочники. Банки. Отделения [Електронний ресурс] // Prostobank.ua – Режим доступу до ресурсу: <http://www.prostobank.ua/spravochniki/otdeleniya>.

20. Урядовий портал. Органи влади [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.kmu.gov.ua/control/uk>.

21. Кількість адміністративно-територіальних одиниць в Україні на 1 січня 2015 року [Електронний ресурс] // Державна Служба Статистики України. – 2015. –

Режим доступу до ресурсу: https://ukrstat.org/uk/operativ/operativ2015/ds/ator/ator2015_u.htm.

22. Міста України [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%96%D0%BD%D0%BA%D0%B0.

23. H. Willis. Terrorism Risk Modeling for Intelligence Analysis and Infrastructure Protection / H. Willis, T. LaTourrette, T. Kelly. // RAND Corporation. – 2007. – no. 34. – pp. 78-95.

24. Список найвищих хмарочосів України [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B8%D1%81%D0%BE%D0%BA_%D0%BD%D0%B0%D0%B9%D0%B2%D0%B8%D1%89%D0%B8%D1%85_%D1%85%D0%BC%D0%B0%D1%80%D0%BE%D1%87%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B2_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8.

25. What is a skyscraper? Tall Buildings Deconstructed [Електронний ресурс] // ThoughtCo. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.thoughtco.com/skyscraper-tall-buildings-deconstructed-177330>.

26. Ciment J. World Terrorism. An Encyclopedia of Political Violence from Ancient Times to the Post-9/11 Era / James Ciment. – New York: Routledge, 2015. – 874 с. – (2nd edition).

27. Miller J. START's Profiles of Perpetrators of Terrorism / J. Miller, H. Smarick, P. Simone. // START. – 2011. – no. 31. – pp. 41-54.

28. Urban U.S. counties hot spots of terror, but rural areas are not exempt [Електронний ресурс] // START. – 2012. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.start.umd.edu/news/urban-us-counties-hot-spots-terror-rural-areas-are-not-exempt>.

29. Перелік військових частин, які комплектуються в 1 чергу [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://inarmy.info/publ/detalna_informacija/pro_kontraktnu_sluzhbu/perelik_vijskovikh_chastin_jaki_komplektujutsja_v_1_chergu/2-1-0-10.

30. Matsika E. Risk assessment tool for analysing terrorist attack impact on metro and light rail systems / E. Matsika, M. Robinson. // AET. – 2016. – no. 7. – pp. 14-22.

31. Faryal G. Terrorist Group Prediction Using Data Classification / Gohar Faryal. // ResearchGate. – 2014. – no. 17. – pp. 8-11.

32. Understanding the dynamics of terrorism events with multiple-discipline datasets and machine learning approach [Електронний ресурс] / D.Fangyu, J. Dong, F. Jingying, H. Mengmeng // PLOS ONE. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0179057>.

ДОДАТОК А ЛІСТИНГ ПРОГРАМИ

MainWindow.xaml.cs

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows;
using System.Windows.Controls;
using System.Windows.Data;
using System.Windows.Documents;
using System.Windows.Input;
using System.Windows.Media;
using System.Windows.Media.Imaging;
using System.Windows.Navigation;
using System.Windows.Shapes;
using System.Text.RegularExpressions;

namespace Application
{
    /// <summary>
    /// Interaction logic for MainWindow.xaml
    /// </summary>
    public partial class MainWindow : Window
    {
        Model model = new Model();
        public MainWindow()
        {
            InitializeComponent();
        }
    }
}
```



```

        Urban.Checked += RadioButton_Checked;
        Region.Checked += RadioButton_Checked;
    }

    private void RadioButton_Checked(object sender, RoutedEventArgs e)
    {
        RadioButton pressed = (RadioButton)sender;
        if (pressed.Name == "Urban")
        {
            AreaList.ItemsSource = model.GetCities();
            ComboBox2CityLabel.Visibility = Visibility.Visible;
            BuildingList.Visibility = Visibility.Visible;
            ComboBox2Label.Visibility = Visibility.Hidden;
            Area2List.Visibility = Visibility.Hidden;
            ComboBox3Label.Visibility = Visibility.Hidden;
            InfrastructureList.Visibility = Visibility.Hidden;
            addInfLabel.Visibility = Visibility.Hidden;
            addInform.Visibility = Visibility.Hidden;
        }
        else
        {
            AreaList.ItemsSource = model.GetRegions();
            ComboBox2CityLabel.Visibility = Visibility.Hidden;
            BuildingList.Visibility = Visibility.Hidden;
            ComboBox2Label.Visibility = Visibility.Visible;
            Area2List.Visibility = Visibility.Visible;
            ComboBox3Label.Visibility = Visibility.Visible;
            InfrastructureList.Visibility = Visibility.Visible;
            addInfLabel.Visibility = Visibility.Hidden;
            addInform.Visibility = Visibility.Hidden;
        }
    }
}

```

```

private void AreaList_SelectionChanged(object sender, SelectionChangedEventArgs e)
{
    ComboBox list = (ComboBox)sender;
    if (list.SelectedIndex == -1)
    {
        MessageBox.Show("Choose the category");
        list.SelectedIndex = 0;
    }
    if((Area2List.SelectedIndex!=0)|| (Area2List.SelectedIndex != 3)|| (Area2List.SelectedIndex !=
4))
    {
        addInfLabel.Visibility = Visibility.Hidden;
        addInform.Visibility = Visibility.Hidden;
    }
}

private void BuildingList_SelectionChanged(object sender, SelectionChangedEventArgs e)
{
    ComboBox buildinglist = (ComboBox)sender;
    if (buildinglist.SelectedIndex == -1)
    {
        MessageBox.Show("Choose the category");
        buildinglist.SelectedIndex = 0;
    }
    if (((Area2List.SelectedIndex > 1) &&
((Boolean)Region.IsChecked))||((Boolean)Urban.IsChecked))
    {
        switch (buildinglist.SelectedIndex)
        {
            case 0:
                addInfLabel.Visibility = Visibility.Visible;

```

```

addInfLabel.Content = "Річний грошовий оббіг/обсяг \r\n реалізованої продукції у  
тис.грн";

```

```

addInform.Visibility = Visibility.Visible;
/*addInform.Margin = new Thickness(422, 452, 146, 164);
addInfLabel.Margin = new Thickness(10, 452, 315, 147);
addInform.Height = 26;
if ((Boolean)Urban.IsChecked)
{
    addInform.Margin = new Thickness(357, 387, 55, 215);
    addInfLabel.Margin = new Thickness(10, 387, 315, 215);
    addInform.Height = 26;
}*/
break;

```

case 3:

```

addInfLabel.Visibility = Visibility.Visible;
addInfLabel.Content = "Середня добова кількість \r\n відвідувачів";
addInform.Visibility = Visibility.Visible;
/*addInform.Margin = new Thickness(422, 452, 146, 164);
addInfLabel.Margin = new Thickness(10, 452, 315, 147);
addInform.Height = 26;
if ((Boolean)Urban.IsChecked)
{
    addInform.Margin = new Thickness(357, 387, 55, 215);
    addInfLabel.Margin = new Thickness(10, 387, 315, 215);
    addInform.Height = 26;
}*/
break;

```

case 4:

```

addInfLabel.Visibility = Visibility.Visible;
addInfLabel.Content = "Середня кількість \r\n відвідувачів";
addInform.Visibility = Visibility.Visible;
/*addInform.Margin = new Thickness(422, 452, 146, 164);

```

```

        addInfLabel.Margin = new Thickness(10, 452, 315, 147);
        addInform.Height = 26;
        if ((Boolean)Urban.IsChecked)
        {
            addInform.Margin = new Thickness(357, 387, 55, 215);
            addInfLabel.Margin = new Thickness(10, 387, 315, 215);
            addInform.Height = 26;
        }*/
        break;
    default:
        addInfLabel.Visibility = Visibility.Hidden;
        addInform.Visibility = Visibility.Hidden;
        break;
    }
}

}

public void TextBox_GotFocus(object sender,RoutedEventArgs e)
{
    TextBox tb = (TextBox)sender;
    tb.Text = "";
}

private static double[] IsTextAllowed(string weight1Text,string weight2Text,string weight3Text)
{
    double weight1, weight2, weight3;
    Regex regex = new Regex("[0-9.]+");
    /*weight1 = Convert.ToDouble(weight1Text);
    weight2 = Convert.ToDouble(weight2Text);
    weight3 = Convert.ToDouble(weight3Text);*/
    double.TryParse(weight1Text, out weight1);

```

```

double.TryParse(weight2Text, out weight2);
double.TryParse(weight3Text, out weight3);
double[] weightsVector = { weight1, weight2, weight3 };
double[] initialVector = { 0.33, 0.33, 0.34 };
if ((regex.IsMatch(weight1Text)) && (regex.IsMatch(weight2Text)) &&
(regex.IsMatch(weight3Text)) &&
    (weight1 >= 0) && (weight2 >= 0) && (weight3 >= 0) && (weight1 + weight2 + weight3 ==
1))
{
    return weightsVector;
}
else
{
    MessageBox.Show("Use correct values and commas");
    return initialVector;
}
}

private void button_Click(object sender, RoutedEventArgs e)
{
    //for graphic
    double[] threats = new double[21];
    double[] threats2 = new double[21];
    double[] threats3 = new double[21];

    if ((bool)Urban.IsChecked)
        threatBox.Text = model.ThreatCountCity(AreaList.Text,
            IsTextAllowed(weight1.Text, weight2.Text, weight3.Text),
            BuildingList.SelectedIndex, addInform.Text, out threats, out threats2, out
threats3).ToString();
    else threatBox.Text = model.ThreatCountRegion(AreaList.Text, Area2List.SelectedIndex,
InfrastructureList.SelectedIndex,

```

```

        IsTextAllowed(weight1.Text, weight2.Text, weight3.Text),
        addInform.Text, out threats, out threats2, out threats3).ToString();

    }

    public void Graphic_Show(double[] x,double[] y, double[] y2, double[] y3)
    {
        Graphic a = new Graphic();
        a.Show();
        a.Window_Loaded(x, y,y2,y3);
    }

    private void BestAltButton_Click(object sender, RoutedEventArgs e)
    {
        BestAltWindow windowBA = new BestAltWindow();
        windowBA.Show();
        windowBA.listView.ItemsSource = model.GetValuesCities(IsTextAllowed(weight1.Text,
weight2.Text, weight3.Text));
    }

    private void GameTheory_Click(object sender, RoutedEventArgs e)
    {
        WindowGame w = new WindowGame();
        w.Show();
        //string answer = "";

        //answer += d.ToString();

        //threatBox.Text = answer;
    }

    private void graphicButton_Click(object sender, RoutedEventArgs e)

```

```

{
    //weight
    double[] weight = new double[3];
    //for graphic
    double[] threats = new double[21];
    double[] threats2 = new double[21];
    double[] threats3 = new double[21];
    double[] x = new double[21];
    for (int i = 0; i < 21; i++)
    {
        x[i] = 0.05 * i;
    }
    if ((bool)Urban.IsChecked)
        threatBox.Text = model.ThreatCountCity(AreaList.Text, weight,
            BuildingList.SelectedIndex, addInform.Text, out threats, out threats2, out
threats3).ToString();
        else threatBox.Text = model.ThreatCountRegion(AreaList.Text, Area2List.SelectedIndex,
InfrastructureList.SelectedIndex,
            weight, addInform.Text, out threats, out threats2, out threats3).ToString();
        Graphic_Show(x, threats, threats2, threats3);
    }
}
}

```

Model.cs

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Collections.ObjectModel;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Data;

```

```
using MySql.Data;
using MySql.Data.MySqlClient;

namespace Application
{
    class Model
    {
        private static string connectionString =
"Server=127.0.0.1;Uid=root;Pwd=masha15021996;Database=appdata;";
        MySqlConnection conn = new MySqlConnection(connectionString);

        public ObservableCollection<string> GetCities()
        {
            ObservableCollection<string> cities = new ObservableCollection<string>();

            conn.Open();
            MySqlCommand command = new MySqlCommand("SELECT CITY FROM CITIES", conn);
            command.CommandType = CommandType.Text;
            DataTable data = new DataTable();
            MySqlDataReader reader = command.ExecuteReader();
            while (reader.Read())
            {
                cities.Add(reader[0].ToString());
            }
            conn.Close();

            return cities;
        }

        public ObservableCollection<string> GetRegions()
        {
            ObservableCollection<string> regions = new ObservableCollection<string>();
```



```

        conn.Open();
        MySqlCommand command = new MySqlCommand("SELECT REGION FROM REGIONS",
conn);
        command.CommandType = CommandType.Text;
        DataTable data = new DataTable();
        MySqlDataReader reader = command.ExecuteReader();
        while (reader.Read())
        {
            regions.Add(reader[0].ToString());
        }
        conn.Close();

        return regions;
    }

    public List<ItemForList> GetValuesCities(double[] weights)
    {
        double[,] values = new double[22, 3];
        string[] cities = new string[22];
        double[] appeal_weights = { 0.49, 0.29, 0.22 };
        conn.Open();
        MySqlCommand command = new MySqlCommand("SELECT
city,stat_p,density_p,enterprise_p,bank_p,gov_p FROM cities",
        conn);
        command.CommandType = CommandType.Text;
        DataTable data = new DataTable();
        MySqlDataReader reader = command.ExecuteReader();
        int i = 0;
        while (reader.Read())
        {
            cities[i] = (string)reader["city"];

```

```

        values[i, 0] = (double)reader["stat_p"];
        values[i, 1] = (double)reader["density_p"];
        values[i, 2] = appeal_weights[0] * (double)reader["enterprise_p"] + appeal_weights[1] *
(double)reader["bank_p"] +
            appeal_weights[2] * (double)reader["gov_p"];
        i++;
    }
    conn.Close();
    BestAlt.Matrix = values;
    BestAlt.Weights = weights;
    List<ItemForList> list = new List<ItemForList>();
    double[] ndDegree = BestAlt.Result();
    for(i = 0; i < ndDegree.Length; i++)
    {
        list.Add(new ItemForList(cities[i], ndDegree[i]));
    }
    return list;
}

```

```

public double ThreatCountCity(string area, double[] weights,int index,string avg,out double[]
threats, out double[] threats1, out double[] threats2)
{
    double[] appeal_weights = { 0.49, 0.29, 0.22 };
    double[] choose_build_p = { 0.07, 0.1, 0.3, 0.39, 0.14 };
    double[] probabilities = new double[5];
    double avgEconOrPeople;
    conn.Open();
    MySqlCommand command = new MySqlCommand("SELECT
stat_p,density_p,enterprise_p,bank_p,gov_p FROM cities where city=@city",
    conn);
    command.Parameters.AddWithValue("@city", area);
    command.CommandType = CommandType.Text;

```

```

DataTable data = new DataTable();
MySQLDataReader reader = command.ExecuteReader();
while (reader.Read())
{
    probabilities[0] = (double)reader["stat_p"];
    probabilities[1] = (double)reader["density_p"];
    probabilities[2] = (double)reader["enterprise_p"];
    probabilities[3] = (double)reader["bank_p"];
    probabilities[4] = (double)reader["gov_p"];
}
conn.Close();
double appealing = 0, threat = 0;
for (int i = 0; i < 3; i++)
{
    appealing += appeal_weights[i] * probabilities[i + 2];
}
int number = 0;
double w = 0, wanother;
double step = 0.05;
threats = new double[21];
threats1 = new double[21];
threats2 = new double[21];
while (w <= 1)
{
    wanother = (1 - w) / 2;
    threats[number] = probabilities[0] * w + probabilities[1] * wanother + appealing * wanother;
    threats1[number] = probabilities[0] * wanother + probabilities[1] * w + appealing * wanother;
    threats2[number] = probabilities[0] * wanother + probabilities[1] * wanother + appealing * w;
    number++;
    w += step;
}
double.TryParse(avg, out avgEconOrPeople);

```

```

//if index=3,4
double probabPeopl = 1 - Math.Exp(-avgEconOrPeople / 50);
if (index == -1)
{
    threat = (probabilities[0] * weights[0] + probabilities[1] * weights[1] + appealing *
weights[2]);
}
else
    threat = (probabilities[0] * weights[0] + probabilities[1] * weights[1] + appealing * weights[2])*
    choose_build_p[index]* probabPeopl;
return threat;
}

public double ThreatCountRegion(string area, int index, int index2, double[] weights, string avg,out
double[] threats, out double[] threats1, out double[] threats2)
{
    double[] appeal_weights = { 0.12, 0.39, 0.49 };
    double[] choose_build_p = { 0.2, 0.04, 0.5, 0.21, 0.05 };
    double[] choose_build_p_2 = { 0.26, 0.065, 0.29, 0.32, 0.065 };
    double[] probabilities = new double[7];
    string commandString;
    conn.Open();
    switch (index)
    {
        case 0:
            commandString =
                "SELECT stat_p,density_p,pdo_p,military_p,enterprise_p,stat_p_1,COUNT_P_1 FROM regions
where region=@region";
            break;
        case 1:
            commandString =

```

```

        "SELECT stat_p,density_p,pdo_p,military_p,enterprise_p,stat_p_2,COUNT_P_2 FROM regions
where region=@region";
        break;
        case 2:
            commandString =
                "SELECT stat_p,density_p,pdo_p,military_p,enterprise_p,stat_p_3,COUNT_P_3 FROM regions
where region=@region";
            break;
        case 3:
            commandString =
                "SELECT stat_p,density_p,pdo_p,military_p,enterprise_p,stat_p_4,COUNT_P_4 FROM regions
where region=@region";
            break;
        case 4:
            commandString =
                "SELECT stat_p,density_p,pdo_p,military_p,enterprise_p,stat_p_5,COUNT_P_5 FROM regions
where region=@region";
            break;
        default:
            commandString = "SELECT stat_p,density_p,pdo_p,military_p,enterprise_p FROM regions
where region=@region";
            break;
    }
    MySqlCommand command = new MySqlCommand(commandString,
        conn);
    command.Parameters.AddWithValue("@region", area);
    command.CommandType = CommandType.Text;
    DataTable data = new DataTable();
    MySqlDataReader reader = command.ExecuteReader();
    while (reader.Read())
    {
        probabilities[0] = (double)reader["stat_p"];
    }

```

```

probabilities[1] = (double)reader["density_p"];
probabilities[2] = (double)reader["pdo_p"];
probabilities[3] = (double)reader["military_p"];
probabilities[4] = (double)reader["enterprise_p"];
if ((index >= 0) && (index <= 4))
{
    probabilities[5] = reader.GetDouble(5);
    probabilities[6] = reader.GetDouble(6);
}
}
conn.Close();
//zero problem
if ((probabilities[5] == 0)|| (probabilities[6] == 0))
{
    if (probabilities[5] != 0)
    {
        probabilities[6] = 1 / Math.Pow(10, 5 - index);
    }
    else if (probabilities[6] != 0)
        probabilities[5] = 1 / Math.Pow(10, 5 - index);
    else
    {
        probabilities[6] = 1 / Math.Pow(10, 5 - index);
        probabilities[5] = 1 / Math.Pow(10, 5 - index);
    }
}
double appealing = 0, threat = 0;
for (int i = 0; i < 3; i++)
{
    appealing += appeal_weights[i] * probabilities[i + 2];
}
int number = 0;

```

```

double w = 0, wanother;
double step = 0.05;
threats = new double[21];
threats1 = new double[21];
threats2 = new double[21];
while (w <= 1)
{
    wanother = (1 - w) / 2;
    threats[number] = probabilities[0] * w + probabilities[1] * wanother + appealing * wanother;
    threats1[number] = probabilities[0] * wanother + probabilities[1] * w + appealing * wanother;
    threats2[number] = probabilities[0] * wanother + probabilities[1] * wanother + appealing * w;
    number++;
    w += step;
}
double avgEconOrPeople;
double.TryParse(avg, out avgEconOrPeople);
double probabPeopl = 1 - Math.Exp(-avgEconOrPeople / 50);
if ((index == -1) || (index2 == -1))
{
    if ((index2 == -1) && (index != -1))
        threat = (probabilities[0] * weights[0] + probabilities[1] * weights[1] + appealing *
weights[2]) * probabilities[5] *
probabilities[6];
    if ((index2 != -1) && (index == -1))
        threat = (probabilities[0] * weights[0] + probabilities[1] * weights[1] + appealing *
weights[2]) *
        choose_build_p[index2];
    if ((index2 == -1) && (index == -1))
        threat = (probabilities[0] * weights[0] + probabilities[1] * weights[1] + appealing *
weights[2]);
}
else

```

```

    {
        if (index < 2)
        {
            threat = (probabilities[0] * weights[0] + probabilities[1] * weights[1] + appealing *
weights[2]) * probabilities[5] *
probabilities[6] * choose_build_p[index2];
        }
        else
            if (probabPeopl == 0)
            {
                threat = (probabilities[0] * weights[0] + probabilities[1] * weights[1] + appealing *
weights[2]) * probabilities[5] *
probabilities[6] * choose_build_p_2[index2];
            }
            else
            {
                threat = (probabilities[0] * weights[0] + probabilities[1] * weights[1] + appealing *
weights[2]) * probabilities[5] *
probabilities[6] * choose_build_p_2[index2] * probabPeopl;
            }
        }
        return threat;
    }
}

```

ItemForList.cs

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;

```



```
namespace Application
{
    class ItemForList
    {
        public string City { get; set; }
        public double Value { get; set; }

        public ItemForList(string city, double value)
        {
            City = city;
            Value = value;
        }
    }
}
```

WindowGame.xaml.cs

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows;
using System.Windows.Controls;
using System.Windows.Data;
using System.Windows.Documents;
using System.Windows.Input;
using System.Windows.Media;
using System.Windows.Media.Imaging;
using System.Windows.Shapes;
using System.IO;
```

```

namespace Application
{
    /// <summary>
    /// Interaction logic for WindowGame.xaml
    /// </summary>
    public partial class WindowGame : Window
    {
        // public static int[,] Matrix {get;set;}
        public WindowGame()
        {
            InitializeComponent();
        }

        private void button_Click(object sender, RoutedEventArgs e)
        {
            answer.Clear();
            // Create OpenFileDialog
            Microsoft.Win32.OpenFileDialog dlg = new Microsoft.Win32.OpenFileDialog();

            // Set filter for file extension and default file extension
            dlg.DefaultExt = ".txt";
            //dlg.Filter = "TXT Files (*.txt)|*.jpeg|PNG Files (*.png)|*.png|JPG Files (*.jpg)|*.jpg|GIF Files
            (*.gif)|*.gif";

            // Display OpenFileDialog by calling ShowDialog method
            Nullable<bool> result = dlg.ShowDialog();

            // Get the selected file name and display in a TextBox

```

```

if (result == true)
{
    // Open document
    string filename = dlg.FileName;
    int i = 0;
    int value;
    //textBox1.Text = filename;
    int rows = File.ReadLines(filename).Count();
    int columnNumber = File.ReadLines(filename).ElementAt(0).Split(' ', '\t').Length;
    GameTheory.MakeInputMatrix(rows, columnNumber);
    GameTheory g = new GameTheory();
    foreach (string line in File.ReadLines(filename))
    {
        for(int j = 0; j < columnNumber; j++)
        {
            if (int.TryParse(line.Split(' ', '\t')[j], out value))
            {
                //g.MakeInputMatrix(i,j,value);
                GameTheory.InputMatrix[i, j] = value;
            }
            else
            {
                MessageBox.Show("Wrong format of file");
            }
        }
        i++;
    }
    int strategyNumber = 1;
    answer.Text += "\r\n";
    foreach (double d in g.Simplex())
    {
        answer.Text += "crpareriï " + strategyNumber.ToString() + "\t" + d.ToString() + "\r\n";
    }
}

```

```

        strategyNumber++;
    }
}
}
}
}

```

GameTheory.cs

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;

namespace Application
{
    class GameTheory
    {
        public static int Rows { get; set; } /*= InputMatrix.GetLength(0)*/
        public static int Columns { get; set; } /*= InputMatrix.GetLength(1)*/
        public static int[,] InputMatrix; /*{ get; set; }*/ /*={ { 2000, 1500, 1250 }, { 1700, 1300, 1850 }, {
1450, 1750, 1650 } }*/
        public static double[] a0; /*= new double[columns + 1];/*{ 0, 0, 0, 0, 1 };/*new int[columns + 1]; use
max(matrix_values)+10
        public static int[] coeff; /*= new int[columns + rows + 1 + 1];/*new int[columns+rows+1+1]; /*{ 0,
0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, -80 };/*static

        public static void MakeInputMatrix(int rows,int columns)
        {
            //InputMatrix[i, j] = value;
            Rows = rows;

```

```

Columns = columns;
InputMatrix = new int[Rows, Columns];
a0 = new double[Columns + 1];
coeff=new int[Columns + Rows + 1 + 1];
}
private int FindMax()
{
    int max = InputMatrix[0, 0];
    for(int i = 0; i < Rows; i++)
    {
        for(int j = 0; j < Columns; j++)
        {
            max = (max >= InputMatrix[i, j]) ? max : InputMatrix[i, j];
        }
    }
    return max;
}
private double[,] FormMatrix()
{
    double[,] table = new double[Columns + 1, Rows + 1 + Columns + 1];
    for (int i = 0; i < table.GetLength(0); i++)
    {
        for (int j = 0; j < table.GetLength(1); j++)
        {
            if ((i < Columns) && (j < Rows))
            {
                table[i, j] = -InputMatrix[j, i];
            }
            else
            {
                if ((j == Rows) && (i < Columns))
                {

```

```

        table[i, j] = 1;
    }
    if ((i == Columns) && (j < Rows))
    {
        table[i, j] = 1;
    }
    if (j == Columns + i)
    {
        table[i, j] = 1;
    }
    else
    {
        if (j > Rows)
            table[i, j] = 0;
    }

    }
}

table[Rows, Columns] = 0;
a0[Columns] = 1;

coeff[Rows] = 1;
coeff[Rows + 1 + Columns] = -(FindMax() + 10);

return table;

}

private int GetColumnOut(double[,] matrix, int[] vec_c)
{
    double[] estim = new double[matrix.GetLength(1)];

```

```

int min_index = 0;
for (int j = 0; j < estim.Length; j++)
{
    for (int i = 0; i < matrix.GetLength(0); i++)
    {
        estim[j] += vec_c[i] * matrix[i, j];
    }
    estim[j] = estim[j] - coeff[j];
    if (j > 0)
    {
        min_index = (estim[j] < estim[min_index]) ? j : min_index;
    }
}
if (estim[min_index] >= 0)
{
    return -1;
}
else return min_index;
}

```

```

private int GetRowOut(double[,] matrix, int column_out)
{
    int min_index = 0;
    for (int i = 0; i < matrix.GetLength(0); i++)
    {
        if ((i > 0) && (matrix[i, column_out] > 0))
        {
            if (matrix[min_index, column_out] > 0)
            {
                min_index = (a0[i] / matrix[i, column_out] < a0[min_index] / matrix[min_index,
column_out]) ? i : min_index;
            }
        }
    }
}

```

```

        else min_index = i;
    }
}
return min_index;
}

```

```

private double[,] Calculate(double[,] matrix, int row_out, int column_out)
{
    double[,] new_matrix = new double[matrix.GetLength(0), matrix.GetLength(1)];
    a0[row_out] = a0[row_out] / matrix[row_out, column_out];
    for (int i = 0; i < matrix.GetLength(0); i++)
    {
        if (i != row_out)
        {
            a0[i] = a0[i] - a0[row_out] * matrix[i, column_out];
        }
        for (int j = 0; j < matrix.GetLength(1); j++)
        {
            new_matrix[row_out, j] = matrix[row_out, j] / matrix[row_out, column_out];
            if (i != row_out)
            {
                new_matrix[i, j] = matrix[i, j] - new_matrix[row_out, j] * matrix[i, column_out];
            }
        }
    }
    return new_matrix;
}

```

```

public double[] Simplex()
{
    double[,] matrix = FormMatrix();
    int[] basis = new int[Columns + 1];

```



```

int[] vector_c = new int[basis.Length];
int row_out, column_out;
for (int i = 0; i < basis.Length; i++)
{
    basis[i] = Rows + 1 + i;//columns+i
    vector_c[i] = coeff[basis[i]];
}
while (GetColumnOut(matrix, vector_c) != -1)
{
    column_out = GetColumnOut(matrix, vector_c);
    row_out = GetRowOut(matrix, column_out);
    matrix = Calculate(matrix, row_out, column_out);
    basis[row_out] = column_out;
    vector_c[row_out] = coeff[column_out];
}

double[] strategy = new double[Rows];

for (int i = 0; i < basis.Length; i++)
{
    if (basis[i] < Rows)
    {
        strategy[basis[i]] = a0[i];
    }
}
return strategy;
}
}
}

```

Graphic.xaml.cs

using System;

```

using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows;
using System.Windows.Controls;
using System.Windows.Data;
using System.Windows.Documents;
using System.Windows.Input;
using System.Windows.Media;
using System.Windows.Media.Imaging;
using System.Windows.Shapes;
using System.Windows.Forms.DataVisualization.Charting;

```

```

namespace Application

```

```

{
    /// <summary>
    /// Interaction logic for Graphic.xaml
    /// </summary>
    public partial class Graphic : Window
    {
        public Graphic()
        {
            InitializeComponent();
        }

        public void Window_Loaded(double[] valuesx,double[] valuesy,double[] valuesy2,double[]
valuesy3)
        {
            chart.ChartAreas.Add(new ChartArea("1"));
            chart.ChartAreas.Add(new ChartArea("2"));
            chart.ChartAreas.Add(new ChartArea("3"));

```

```
chart.Series.Add(new Series("Series1"));
chart.Series.Add(new Series("Series2"));
chart.Series.Add(new Series("Series3"));
chart.Series["Series1"].ChartArea = "1";
chart.Series["Series2"].ChartArea = "2";
chart.Series["Series3"].ChartArea = "3";
chart.Series["Series1"].ChartType = SeriesChartType.Line;
chart.Series["Series2"].ChartType = SeriesChartType.Line;
chart.Series["Series3"].ChartType = SeriesChartType.Line;

chart.Series["Series1"].Points.DataBindXY(valuesx, valuesy);
chart.Series["Series2"].Points.DataBindXY(valuesx, valuesy2);
chart.Series["Series3"].Points.DataBindXY(valuesx, valuesy3);

    }
}
}
```

